2.

DIE

VERLETZUNGEN DES SEHORGANES

MIT

KALK UND ÄHNLICHEN SUBSTANZEN

VON

JULIUS ANDREAE
DR. MED. ET PHIL.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1899.

Alle Rechte, besonders das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

1666997

MEINEM HOCHGESCHÄTZTEN LEHRER

HERRN

GEH. MEDIZINAL-RAT PROFESSOR DR. THEODOR SAEMISCH

IN DANKBARKEIT UND VEREHRUNG

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/b21638561

Vorwort.

Bei der so reichhaltigen Litteratur über die Verletzungen des Auges, die längst schon in Einzelschriften und Lehrbüchern eingehend und anscheinend erschöpfend dargestellt wurden, namentlich auch von White Cooper (1859), Zander und Geissler (1864), Lawson (1867) und neuerdings wieder von Praun (1899), möchte eine ausführlichere Darstellung nur eines Teiles dieser Verletzungen auf den ersten Blick als überflüssig erscheinen. Insbesondere die Kalkverletzungen sind ja schon von Alters her bekannt, unendlich oft Gegenstand ärztlicher Behandlung gewesen und keineswegs so ganz selten auch eingehender untersucht und beschrieben worden, und was der praktische Arzt darüber wissen mufs, nämlich vor allem, dafs bei einer solchen Verletzung nur ja kein Wasser an das Auge gebracht werden darf, das steht ja doch heute in jedem Lehrbuche der Augenheilkunde. Was soll da dem beschäftigten Praktiker, der vielleicht kaum Zeit hat, die eine oder andere Fachzeitschrift flüchtig durchzusehen, eine verhältnismäfsig umfangreiche Auseinandersetzung über einen so bekannten Gegenstand, zu dem doch gewifs nur noch einige minder wichtige Nebensachen beigebracht werden können?

Ich gestehe, dafs ich selbst nicht hoffte, noch viel Neues zu finden, als ich vor 2 Jahren, einer freundlichen Anregung des Herrn Geheimrat Saemisch folgend, begann, mich zuerst mit den Verletzungen des Auges durch Cement und dann mit solchen durch Kalk zu beschäftigen. Aber schon meine ersten Versuche und meine ersten Studien in der einschlägigen Litteratur zeigten mir, dafs nicht etwa nur nebensächliche Einzelheiten unbekannt geblieben, sondern dafs vielmehr über die Natur der Kalkverletzungen selbst und ihrer Folgeerscheinungen und damit über die Wege, welche die Therapie einzuschlagen hat, durchaus unrichtige Anschauungen allgemein verbreitet sind. Entstanden waren diese Irrtümer wohl in erster Reihe mit durch den ungenauen Sprachgebrauch, der eine Anzahl in ihrer chemischen Natur und in ihrem Verhalten wesentlich verschiedener Calciumverbindungen mit dem gemeinsamen Namen „Kalk“ bezeichnet, und begünstigt wurden sie durch den Umstand, dafs Alle, die sich bisher mit den Kalkverletzungen und mit den

durch dieselben im Auge erzeugten Kalktrübungen beschäftigten, dieser Verschiedenartigkeit und den dabei in Betracht kommenden chemischen Gesichtspunkten viel zu wenig oder gar nicht Rechnung getragen haben. Da aber gerade die Kalkverletzungen, sowohl hinsichtlich ihrer Häufigkeit, wie ihrer Gefährlichkeit, eine so hervorragende Rolle unter den Verletzungen des Auges überhaupt spielen, so schien es mir sich wohl zu verlohnen, jene Irrtümer, wenn möglich, richtig zu stellen.

Indem ich mich nun bemühte, zunächst gewissermafsen vom Standpunkte des Chemikers aus, dem Wesen der schädigenden und der geschädigten Substanz und der aus dem Kontakte beider entstehenden neuen chemischen Verbindung nachzuforschen, häufte sich das gewonnene Material immer mehr, so dafs trotz meines Bestrebens, minder Wichtiges fortzulassen oder nur anzudeuten, die vorliegende Arbeit einen Umfang erreichte, der dem mit der Materie nicht Vertrauten unnötig erscheinen könnte, an dem weitere Kürzungen vorzunehmen mir aber im Interesse des Verständnisses und meiner Beweisführung nicht wohl angängig erschien.

Um indessen auch denjenigen gerecht zu werden, denen es an Zeit oder Lust mangelt, mir in meinen Ausführungen zu folgen, habe ich die Hauptergebnisse derselben am Schlusse des Buches noch einmal zusammengestellt und dabei auf die Stellen hingewiesen, an denen man die Begründung jener Ergebnisse finden kann. Eine besondere Sorgfalt habe ich noch auf eine möglichste Vollständigkeit der Kasuistik, Statistik und Litteratur gelegt, wodurch ich hoffe, die Arbeit für spätere Untersuchungen über diesen Gegenstand einigermafsen wertvoll zu machen.

Dem Herrn Geheimrat Professor Dr. Saemisch und dem Herrn Sanitätsrat Dr. Nieden auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank für das gütige Wohlwollen auszusprechen, welches sie meiner Arbeit entgegengebracht haben, ist mir eine angenehme Pflicht.

Sollte es mir mit jener gelingen, einer richtigeren Auffassung der Kalkverletzungen des Auges und damit der allein zweckdienlichen Therapie nicht nur in den Kreisen der Herren Kollegen, sondern auch der Laien, und namentlich der zumeist interessierten Bauhandwerker und Baugewerks-Berufsgenossenschaften, die Wege zu ebnen, so würde zwar die Zahl der Kalkverletzungen an sich dadurch kaum herabgemindert, wohl aber würde ganz gewifs in vielen Fällen der von einer solchen Verletzung drohende Schaden auf ein erfreuliches Mafs beschränkt werden können. Dazu beigetragen zu haben, würde mir reichlicher Lohn sein.

Mehlem bei Bonn, im Oktober 1899.

Julius Andreae.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort V

Inhaltsverzeichnis VII

Einleitung 1

Chemische und thermische Verletzungen der Augen p. 1. — „Kalkverbrennung" p. 2. — Statistische und kasuistische Mitteilungen p. 3. — Verletzungen durch thierische Sekrete, Raupenhaare, Fliegen p. 4. — Unrichtige Dosierung, falsche Therapie p. 6. — Unfall, Leichtsinn, Mutwille, Brutalität p. 7. — Versehen, Ungeschick, Irrtum p. 8. — Prognose p. 9. — Häufigkeit der Kalkverletzungen p. 12. — Irrtümer über die Kalkverletzungen p. 13.

I. Das Calcium und seine wichtigeren Verbindungen, mit besonderer Rücksicht auf ihre Gefährlichkeit für das Auge 15

Calcium p. 15. — Calciumcarbid, Calciumoxyd p. 16. — Calciumhydroxyd p. 23. — Kalkwasser p. 24. — Kalkbrei, Mauermörtel, Kalkmilch, Wiener Kalk p. 26. — Calciumsuperoxyd, Chlorkalk, Chlorcalcium, Gips p. 27. — Calciumsulfit, Calciumbisulfit, Calciumhyposulfit, Calciumsulfid p. 28. — Calciumnitrat, Calciumphosphat, Superphosphat, Phosphatmehl p. 29. — Cemente und hydraulische Kalke p. 30. — Schlackenmehl, organische Kalksalze, Zuckerkalk, Caseïnkalk, Albuminkalk p. 32.

II. Die von den Calciumverbindungen im allgemeinen für das Sehorgan zu befürchtenden Gefahren 35

Perforation des Bulbus p. 37. — Beschädigung der Lider, Gefahren für Konjunktiva und Kornea p. 37. — Wesen und Ursachen derselben p. 38. — Verschiedene Wirkungsweisen p. 40. — Fremdkörperwirkung, thermische Wirkung p. 42. — Hygroskopische Wirkung p. 48. — Chemische Wirkung p. 49.

III. Die Kalkverletzungen des Sehorganes und ihre Folgezustände in klinischer und anatomischer Hinsicht 5

Verletzungen der Lider p. 52. — Verletzungen der Konjunktiva p. 53. — Verletzungen der Kornea p. 54. — Weiterer Verlauf p. 56. — Begleiterscheinungen p. 57. — Verletzungen der inneren Gewebe p. 58. — Komplikationen p. 59. — Folgeerscheinungen an der Konjunktiva und Kornea p. 59. — Folgen für das andere Auge p. 60. — Restitutio in integrum, histologische Veränderungen p. 61.

Seite

IV. Die Entstehungsweise und die chemische Natur der Kalktrübungen in der Hornhaut 64

Bisherige Anschauungen p. 65. — Histologie der Kornea p. 66. — Chemische Beschaffenheit der Kornea p. 70. — Chemische Beschaffenheit des Humor aqueus und der Thränenflüssigkeit p. 71. — Eindringen der Kalksalze in die Kornea p. 73. — Bildung von Calciumalbuminat p. 88.

V. Therapie und Prognose der Kalkverletzungen des Sehorganes . 95

Die verschiedenen Stadien der Verletzung p. 96. — Therapie im ersten Stadium p. 98. — Schädlichkeit der Kalkreste p. 100. — Entfernung derselben p. 103. — Involution derselben p. 113. — Lösung derselben p. 114. — Neutralisation derselben p. 118. — Ärztliche Maßnahmen in den verschiedenen Stadien der Verletzung p. 122. — Prognose der Kalkverletzungen p. 131.

VI. Statistik und Kasuistik. Unfallversicherung. Prophylaxe . . 136

Statistik und Kasuistik p. 136. — Ursachen der Kalkverletzungen p. 139. — Unfallversicherung p. 142. — Eigene und fremde Schuld p. 143. — Berechnung der Rente p. 144. — Erhöhung der Gefahr p. 150. — Stärkere Gefährdung eines Auges p. 151. — Erwerbliche Sehschärfe p. 153. — Prophylaxe p. 155. — Schutzbrillen p. 156.

VII. Zusammenstellung der wichtigeren Ergebnisse der vorhergehenden Kapitel 159

VIII. Litteratur-Übersicht 165

Einleitung.

Unter den mannigfaltigen Verletzungen des Sehorganes spielen die thermischen und die chemischen, d. h. die durch Flammen, glühende Metalle oder dergl. und die durch chemische Agentien, wie Säuren und Alkalien, hervorgerufenen, eine bemerkenswerte Rolle, nicht sowohl deshalb, weil sie im allgemeinen ein erhebliches Kontingent — dasselbe beträgt nur ungefähr 1—2 % — zu den Augenverletzungen stellten, als vielmehr deshalb, weil sie quoad restitutionem functionis eine durchweg sehr ungünstige Prognose haben. Es rührt das daher, weil es sich bei allen diesen Verletzungen meist um eine irreparable Zerstörung mehr oder minder ausgedehnter Partien der Kornea handelt, die selbst in leichten Fällen eine dauernde Beeinträchtigung des Sehvermögens auf dem betroffenen Auge nach sich zieht.

Man hat, einem ungenauen Sprachgebrauche folgend, sowohl die Verletzungen durch thermische, wie die durch chemische Einwirkung vielfach kurzweg mit dem gemeinsamen Namen der „Verbrennungen“ bezeichnet, indem man dabei augenscheinlich nur an die beim Cauterium actuale und auch beim Cauterium potentiale momentan auftretende, subjektiv wenig differente, starke Schmerzempfindung und an die schnelle und dauernde Gewebenekrotisierung dachte. Aber die Vorgänge, die sich bei diesem Mortifikationsprozesse abspielen, sind bei den thermischen Noxen so wesentlich von den durch chemische Agentien hervorgerufenen verschieden, dafs es mir durchaus wünschenswert erscheint, sie auseinander zu halten und die Bezeichnung „Verbrennung“ nur für die erstgenannte Gruppe, für die Verbrennung im eigentlichen Sinne, zu verwenden, die Verletzung durch chemische Agentien dagegen als „Verätzung“ zu bezeichnen. Allerdings kann ja an eine Verätzung sich zugleich auch eine Verbrennung anschliefsen, wie z. B. bei der Einwirkung von heifser Natronlauge, von konzentrierter Schwefelsäure oder

von ungelöschtem Kalke, wenn bei letzteren beiden Stoffen gleichzeitig Wasser zugegen ist, es werden solche Fälle aber immer nur ganz vereinzelt vorkommen. In der Regel wird man es immer nur entweder mit einer Verbrennung oder mit einer Verätzung zu thun haben.

Ist diese Unterscheidung schon im allgemeinen wünschenswert, so ist sie bei den Augenverletzungen geradezu notwendig; denn indem hier fast von allen Autoren die in Rede stehenden beiden Arten von Verletzungen unterschiedslos als Verbrennungen bezeichnet wurden, haben sich teilweise ganz unrichtige Vorstellungen von dem Wesen der chemischen Verletzungen des Auges einschleichen können. In erster Reihe gilt das auch von der nicht so seltenen Beschädigung des Sehorganes mit Kalk, welche selbst von wissenschaftlicher Seite sehr häufig „Kalkverbrennung" genannt wird. Es ist aber diese Bezeichnung nicht nur eine sprachlich und dem Wesen der in Rede stehenden Verletzung nach inkorrekte, sondern auch eine deshalb bedenkliche, weil sich aus ihr durchaus falsche und in ihrer praktischen Anwendung verhängnisvolle Ansichten über die Prophylaxe und Therapie dieser Verletzung entwickelt haben, auf die ich in der Folge noch eingehender zurückkommen muſs. Ich werde es demnach, indem ich es zunächst noch unentschieden lasse, ob auch eine eigentliche „Kalkverbrennung" des Auges möglich ist, im Allgemeinen vermeiden, diesen Ausdruck zu gebrauchen, und in meinen Auseinandersetzungen promiscue von einer Kalkverätzung und einer Kalkverletzung reden, vorzugsweise aber, um nichts zu anticipieren, der letzteren Bezeichnung mich bedienen.

Das eingehendere Studium der Verletzungen des Auges durch die Kausomata, welches mich mit Unterbrechungen in den letzten beiden Jahren beschäftigte, war ein in hohem Maſse interessantes und lohnendes, ergab aber eine solche Menge wertvollen Materiales, daſs ich vorläufig darauf verzichten muſs, dasselbe zu einer umfassenderen Darstellung, welche ich mir für eine spätere Zeit vorbehalte, zu verwenden, und daſs ich mich hier auf diejenigen Untersuchungen und Ergebnisse beschränken will, die sich auf die Verletzungen des Auges mit Kalk in seinen verschiedenen Formen und mit anderen Calciumverbindungen erstrecken. Bilden sie auch nur einen Teil der Beschädigungen, die das Auge durch thermische oder chemische Noxen erfahren kann, so gehören sie doch sicher zu den häufigsten und praktisch wichtigsten dieser Art von Augenverletzungen. Vor allen Dingen aber erschien es mir deshalb geradezu als eine Pflicht, dieselben besonders und schon jetzt eingehender zu würdigen, weil bei keiner anderen der in Rede stehenden Verletzungen so durchaus irrige Anschauungen herrschen und in prophylaktischer wie therapeutischer Hinsicht so entschieden falsche Maſsnahmen allgemein empfohlen und geübt werden, wie bei den Kalkverletzungen.

Bevor ich jedoch auf diesen Gegenstand näher eingehe, sei es mir noch gestattet, einige statistische und kasuistische Mitteilungen über die Verbrennungen und Verätzungen des Auges überhaupt hier einzuschalten, welche dazu dienen können, ein Bild von dem Vorkommen und der Häufigkeit dieser Art von Verletzungen und von dem Anteile, den insbesondere die Kalkverletzungen daran haben, zu geben. Seit den trefflichen, aber inzwischen etwas veralteten Arbeiten von White Cooper (39) und Zander und Geissler (44) sind meines Wissens umfangreichere Zusammenstellungen über diese Verletzungen des Auges nicht erschienen[1]), und es liegt auch nicht in meiner Absicht, hier eine solche selbst in extenso zu versuchen. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Materie und auf den Gegenstand der vorliegenden Arbeit dürften aber einige Angaben über die bisher beobachteten Arten von Verbrennungen und Verätzungen des Auges vielleicht doch am Platze sein.

Homburg (129) fand bei 3370 stationär behandelten Augenkranken 70 Fälle, also etwa 2 %, von Verbrennungen und chemischen Verletzungen des Auges, und von diesen 70 Fällen kamen auf

Kalk	14
Heifses Eisen und Hammerschlag	13
Pulver	9
Seifenstein	6
Flüssiges Blei	3
Flüssiges Zinn und Zink	3
Salzsäure	3
Kochendes Wasser	2
Heifses Öl	2

und je 1 auf Zündhölzchen, heifsen Kaffee, Wasserdampf, Theer, Schwefelsäure, Salpetersäure, metallisches Natrium, Argentumlösung, Krotonaldehyd-Dämpfe, Arrak, Gasverbrennung, Gasexplosion, Knallgas, Knallquecksilber, Petroleum.

Szili (145) behandelte unter 11266 Augenkranken 41, welche thermische und chemische Verletzungen erlitten hatten und von denen 31 Arbeiter und 10 Nichtarbeiter und Kinder waren. In der Klinik zu Lyon (231) fanden sich unter rund 20000 Augenkranken 66 mit Pulververletzungen und 118 mit anderen thermischen und mit chemischen Beschädigungen der Augen. Diese 118 Fälle, von denen 6 auf Kinder unter 9 Jahren und 11 auf Frauen entfielen, verteilen sich nach ihrer Ursache wie folgt auf:

---

[1]) Das Werk von Praun (315) erschien erst, als meine Arbeit bereits druckfertig war, und konnte defshalb nur noch teilweise von mir berücksichtigt werden.

Heifse Metalle	45
Kalk	26
Schwefelsäure	11
Pulver	9
Flüssige Metalle	6
Gas und Dampf	6
Kalilauge	4
Feuer	3
Ammoniak	3

und je 1 auf kochendes Wasser, heifses Öl, Salpetersäure, Salzsäure und Essigsäure. Bemerkenswert ist hier neben dem grofsen Anteile der Kalkverletzungen, der allerdings nicht so erheblich ist, wie in der Homburg'schen Mitteilung, der unverhältnismäfsig grofse Prozentsatz anderer chemischer Verletzungen, namentlich der für Frankreich so charakteristischen häufigen Schwefelsäureverätzungen.

Knabe (292) endlich beobachtete unter 205 Augenverletzungen 13 durch Explosionen und 6 durch Verbrennung und Verätzung, davon 4 durch Kalk, 1 durch flüssiges Eisen und 1 durch ein glühendes Streichholz; und v. Klein (291) fand bei 12 Verbrennungen und Verätzungen 4 durch Kalk, 2 durch brennende Cigarren und je 1 durch Spiritusflamme, flüssiges Metall, Seifenstein, Salmiakgeist, Salpetersäure und Salzsäure.

Aufser den vorgenannten, häufigeren Ursachen von thermischer und chemischer Verletzung des Auges sind, soweit ich mich darüber unterrichten konnte, bisher in glücklicherweise vereinzelten und selteneren Fällen noch folgende beobachtet worden: Herdflamme (231), glühende Kohle (108, 231), brennende Cigarre (9, 16), explodierendes Kalium (44), explodierendes chlorsaures Kali (231), explodierendes Arsensulfid (155), Plätteisen (14, 142, 231), Frisiereisen (231), geschmolzener Schwefel (14), Siegellack (17, 151), Theer (14), Pech (v. Ammon's Zeitschrift, II., p. 155), geschmolzener Talg (231), Kerzenwachs (55), Höllenstein (230, 231), Ätzkali (17, 114), Sodalauge (151, 231), Kalomel (151, 231), Sublimat (5, 203), rotes Präcipitat (9), Alkohol (9), Äther (44), Chloroform (44, 126, 231), Äthylchlorid (44), Kreosot (44), ätherische Öle (44), Krotonöl (44), Terpentinöl (243), Antimonbutter (44), Seife (243), Bleiacetat (44), hautreizende Salben (44), Kanthariden (44, 85), Tabak (9), reizende Pflanzenpulver (44), scharfe Gewürze (44) und Dämpfe von schwefliger Säure (44). Ich selbst endlich beobachtete im vorigen Jahre einen bemerkenswerten Doppelfall von Verätzung des Auges mit Formol.

Von ganz besonderem, aber mehr theoretischem Interesse sind die eigentümlichen Fälle von chemischen Verletzungen der Augen durch tierische Gifte, wie sie vorzugsweise von Insekten produziert werden. Carron du Villards namentlich machte in den Tropen Beobachtungen über die nachteilige Wirkung des Schlangengiftes und des Sekretes der Lytta vesicatoria

und einiger Krötenarten auf die Konjunktiva und Kornea, sowie über die Übertragung des die Augen stark reizenden Pollens der Euphorbia ferox durch die Musca versicolor (Ann. d'Ocul. XXXIII, p. 240; XXXIV, p. 65; XXXVI, p. 109). Ähnliches wollen Zander und Geissler (44) auch von dem Sekrete der Kreuzspinne beobachtet haben. Bekannter ist die Erkrankung des Auges durch die Haare der Prozessionsraupe und der Brombeer- und Kieferspinner-Raupe, die zuerst von Pagenstecher beobachtet und dann von Saemisch als Ophthalmia nodosa bezeichnet und beschrieben wurde. (Von den 12—14 bisher mitgeteilten Fällen von Augenerkrankungen durch Raupenhaare kamen allein 6 in der Bonner Universitäts-Augenklinik zur Beobachtung.) Ebenso bekannt sind die Entzündungen der Augen durch die Stiche der Bienen, Wespen und Moskitos.

Beiläufig sei hier noch erwähnt, dafs die Insekten nicht nur durch ihre Stiche und Sekrete, sondern gelegentlich auch dadurch den Augen gefährlich werden können, dafs einige von ihnen, so namentlich die Musca vomitoria, ihre Eier in den menschlichen Konjunktivalsack ablegen, wo dann sehr bald die Larven ausschlüpfen und nun dort als Ektozoën lebend eine sehr starke Reizung der Augen herbeiführen. Es scheint das insbesondere in den Tropen sehr häufig vorzukommen. Carron du Villards (l. c.) beobachtete das bei Negern und blinden Bettlern, White Cooper (39) in Australien und Temme (Reise nach Palästina, Bonn 1897) in Ägypten. So schreibt der Letztere in seinem Berichte über Kairo u. a.: „Auffallend sind die vielen Augenkranken. Man kann wohl behaupten, dafs 10% der Bevölkerung mit Augenleiden behaftet sind. Ob die Krankheitskeime von Fliegen übertragen werden . . . ., wollen wir hier dahingestellt sein lassen. Thatsächlich habe ich an manchen Augen kleine Fliegenschwärme bemerkt, die dort, weil sie nicht verscheucht wurden (!), ungestört wirtschaften konnten.“ Die Richtigkeit dieser Schilderung vorausgesetzt, dürfte aber das „Wirtschaften“ vielleicht zu einem erheblichen Teile in dem Ablegen von Eiern bestehen.

Von den chemischen Agentien, die eine Verletzung des Sehorganes und insbesondere eine Beeinträchtigung der Funktion desselben im Gefolge haben können, sind einige noch besonders bemerkenswert. So wirkt das in der Technik und auch im Haushalte vielfach benutzte Ammoniak (Salmiakgeist) nicht nur in der Form des Ammoniakwassers, sondern auch in Gasform im höchsten Grade ätzend auf die Konjunktiva und Kornea ein. Abadie (282) und Trousseau (280) haben einige solcher Fälle von Ammoniakverätzung mitgeteilt, bei denen es teils nur zu leichter, transitorischer Hyperämie der Konjunktiva, teils aber auch zu schwerer Trübung der Hornhaut gekommen war. Der Arbeiter einer Eisschrankfabrik (282), dessen allerdings geschlossene Augen in Folge der Explosion eines Ammoniakballons für mehrere Minuten den Einwirkungen dieses Gases ausgesetzt gewesen waren, war nach einem langwierigen Krankheitsprozesse, in dessen Ver-

lauf successive eine kataraktöse Trübung der Linsen, eine narbige Schrumpfung der Konjunktivae und eine zunehmende beiderseitige Hornhauttrübung aufgetreten waren, schliesslich total erblindet, während ein Kammerdiener (280), der nur eine Flasche Ammoniak (Alcali volatil) unvorsichtig geöffnet hatte, zwar innerhalb der ersten 3 Wochen nach dem Unfalle ebenfalls vollkommen erblindete, dann aber durch Iridektomie und 6 monatliches ärztliches Bemühen wenigstens wieder so weit gebracht wurde, dafs er ohne Führer gehen und grobe Arbeiten verrichten konnte.

Zander und Geissler (44) geben an, dafs auch bei Kloakenarbeitern nicht so selten Erkrankungen der Augen durch Ammoniakgas beobachtet würden, die jene Leute durch Waschungen mit Essig (?) zu bekämpfen wüfsten.

Andere chemische Agentien, von denen man üble Folgen für das Auge beobachtet hat, dienen sogar in der Behandlung von Augenkrankheiten als geschätzte Heilmittel und wirken nur durch ihre unrichtige Dosierung oder unreine Beschaffenheit oder unter besonderen Verhältnissen gelegentlich als schädigende Substanzen ein. So sind Fälle beobachtet worden, in denen Sublimat oder Argentum nitricum, statt in hinreichend verdünnter, in konzentrierter Lösung eingeträufelt wurden. Dafs Bleiwasser und Bleiacetatlösung nicht angewandt werden dürfen, wenn Kontinuitätstrennungen im Korneaepithel vorliegen, ist so allgemein bekannt, dafs man sich darüber wundern mufs, wie selbst von erfahrenen Ärzten immer noch gegen diese Regel verstofsen wird. Im Jahre 1897 kam ein Kaufmann in die Bonner Universitäts-Augenklinik, der beim Fahren im Eisenbahnwagen am offenen Fenster gesessen und bei dem sich am nächsten Tage eine heftige Entzündung namentlich des linken Auges eingestellt hatte, gegen die ihm der Arzt kühlende Bleiwasseraufschläge verordnete. Dabei war aber das Sehvermögen auf dem linken Auge ständig gesunken, trotzdem der Reizzustand geringer wurde, und als der Mann dann, dadurch geängstigt, einige Tage später die Klinik aufsuchte, fand sich im Parenchym der linken Kornea, in den vorderen Schichten und fast central, ein feiner, grauer und spiegelartig glänzender Belag von ziemlich kreisrunder Form und von dem Umfange etwa der mittelweiten Pupille. Augenscheinlich war dem Manne bei der Eisenbahnfahrt ein kleiner Fremdkörper an's Auge geflogen und hatte dort einen an sich unbedeutenden Defekt im Korneaepithel erzeugt, der der Aufmerksamkeit des Arztes entgangen war. Durch diesen Defekt war dann das gelöste Bleisalz in das Hornhautgewebe eingedrungen und hatte dort den geschilderten Niederschlag von Bleialbuminat gebildet, der das Sehvermögen auf dem linken Auge fast ganz aufhob und leider irreparabel war.

Eigentümlich sind die Ätzungen des Auges, die zuweilen nach dem Einstäuben von pulverisiertem Kalomel vorgekommen sein sollen. Abgesehen von den nicht wunderbaren Fällen, in denen statt des Kalomels irrtümlich

Sublimat (203) genommen worden oder in denen der Kalomel von seiner Fabrikation her mit Sublimat (146) oder mit freier Salzsäure (125) verunreinigt war, soll es vorgekommen sein (111, 151), dafs auch reiner, via humida gewonnener Kalomel im Auge eine starke Ätzwirkung hervorgebracht hat. Yvert (111), Hotz (125) und Dehenne (151) wollen das Chlornatrium der Thränenflüssigkeit dafür verantwortlich machen, welches mit dem Kalomel eine Dekomposition in Sublimat eingehe. Eine solche Umsetzung von Kalomel (Merkurochlorid) in Sublimat (Merkurichlorid) durch Kochsalz oder andere Chloride ist aber aus chemischen Gründen höchst unwahrscheinlich. Auch ist der Gehalt der Thränenflüssigkeit an Chlornatrium ein so konstanter, 1,2—1,3 % kaum jemals übersteigender, dafs es nicht zu verstehen wäre, warum dieses Chlornatrium in einzelnen Fällen mit dem Kalomel eine Dekomposition eingehen sollte, in allen anderen Fällen aber nicht. Erklärlicher sind schon die Angaben, dafs bei gleichzeitigem Einstäuben von Kalomel und innerlichem Gebrauche von Jodpräparaten (138, 243), infolge der Bildung von Jodquecksilber in der Kornea, dort eine Trübung von gelblichweifser Farbe entstehe.

Die Ursachen nun, durch welche thermische und chemische Verletzungen des Sehorganes zu stande kommen können, sind sehr mannigfaltig. Eine Hauptrolle spielen dabei Unfälle der verschiedensten Art, welche sowohl Arbeiter während ihrer Berufsthätigkeit, wie Nichtarbeiter betreffen können. Namentlich die thermischen Verbrennungen und von den Verätzungen diejenigen durch Kalk sind in der gröfseren Mehrzahl auf solche Unfälle zurückzuführen. Ofen-, Alkohol- und Petroleumflammen, glühende Metalle, glühende Kohlenstückchen, Cigarren, Streichholzköpfchen, heifser Wasserdampf, Kalkbrei und Mauermörtel führten nur zu oft zu traurigen Zerstörungen des edelsten aller Sinnesorgane, die naturgemäfs bei kleinen Kindern und Greisen, bei Epileptikern, Gelähmten und Geisteskranken häufig besonders schwere waren.

Nächst den unverschuldeten Unfällen sind es in zweiter Reihe eigener oder fremder Leichtsinn oder Mutwille, die dem Sehorgane verderblich werden können. „Qui joue avec le feu périt par le feu.“ Unter den 75 Pulververbrennungen der Augenklinik zu Lyon (231) waren allein 23 Opfer von Volks- und Nationalfesten, darunter auch ein Knabe und ein Mädchen. Bei Dienstboten ist es nicht so selten das Eingiefsen von Petroleum in die Ofenflamme, bei Kindern das Spielen mit Pulver und Feuerwerkskörpern, das Eingiefsen von geschmolzenem Blei in Wasser und das Löschen von Ätzkalk in verschlossenen Flaschen, was zu schweren Beschädigungen des Sehorganes Veranlassung giebt.

Diesen Fällen schliessen sich die Verbrennungen und Verätzungen des Auges aus Brutalität, Rachsucht und verbrecherischen Gründen an. Während die ersteren, die Verbrennungen aus diesen Ursachen, vorzugsweise

im Altertume und Mittelalter beliebt waren (Blendung), sind neuerdings mehr die chemischen Verätzungen der Augen in Mode gekommen. Ganz erschreckend ist die Zunahme gerade dieser Verbrechen in den romanischen Ländern, und namentlich die französische Fachlitteratur (17, 112, 126, 231, 243) und Tagespresse sind reich an Beispielen dieser Art. Vielfach handelt es sich dabei um Vengeance de femme, indem sich verlassene Bräute oder Geliebte dadurch an ihren ungetreuen Anbetern zu rächen suchen, dafs sie ihnen unerwartet Schwefelsäure oder eine andere ätzende Substanz ins Gesicht gieſsen. Bei einem Falle dieser Art, der sich im Februar 1897 in St. Gilles bei Brüssel abspielte, wurden aber aufser dem betreffenden Bräutigam noch 7 andere Personen, 4 Männer und 3 Mädchen, die sich zufällig in der Nähe befanden, durch die Schwefelsäure im Gesichte mehr oder minder schwer verletzt. Aber auch das umgekehrte Verhältnis kann vorkommen, wie die Beobachtungen von Desmarres (17), de Bovis (231) und Thirion (243) zeigen. In dem Desmarres'schen Falle hatte ein von seiner hübschen jungen Frau Geschiedener dieser, um sie dauernd zu entstellen und so an einer Wiederverheiratung zu hindern, ein Gemenge von Schwefelsäure und Kienrufs ins Gesicht gegossen. Der Erfolg war leider der gewünschte, da das linke Auge mit Phthise und totalem Ankyloblepharon zu Grunde ging, das rechte durch einer starke Narbe dauernd getrübt und das Gesicht stark entstellt wurde. In Deutschland bekannter ist der traurige Fall des Dr. A., dem eine hysterische Kranke im Jahre 1896, weil er sie nach ihrer Meinung falsch behandelt hatte, ein Gemisch von starker Natron- und Sodalauge ins Gesicht gofs.

Endlich sind auch durch eigenes Versehen und durch Ungeschick oder Irrtum der Umgebung oder des Arztes Verätzungen der Augen vorgekommen: Durch Übereifer der Helfenden wurden bei Ohnmachten Augenverletzungen mit Essig (17, 126) und mit Ammoniak (126) hervorgerufen; eine Frau träufelte sich statt Rosenwasser irrtümlich Schwefelsäure ins Auge (231); ein Arzt nahm statt schwacher Argentumlösung konzentrierte (230), ein anderer statt Lapis mitigatus Kali causticum (114), ein dritter liefs ein beim Ätzen von Granulationen abgebrochenes Stückchen Höllenstein im Konjunktivalsacke liegen (39); ein Apotheker gab statt Kalomel Sublimat (203) u. s. f. Einen eigentümlichen Doppelfall von Beschädigung des Auges durch ein Versehen des Arztes beobachtete ich, wie schon oben erwähnt, im Sommer 1898. Die 45jährige Frau S. S. hatte sich am 31. Mai beim Grasschneiden eine leichte Verletzung der rechten Hornhaut zugezogen, die sie veranlafste, nach einigen Tagen, der starken Schmerzen wegen, die Hilfe des Arztes aufzusuchen. Dieser träufelte ihr aus einem Fläschchen eine irrtümlich als Kokaïn bezeichnete 40%ige Formalinlösung in's Auge. Dadurch steigerten sich die Schmerzen noch mehr, namentlich in der folgenden Nacht, sodafs die Frau am nächsten Tage in Begleitung ihres Mannes

noch einmal den Arzt aufsuchte, der den Mann veranlafste, sich auch einige Tropfen in sein gesundes linke Auges träufeln zu lassen, um ihn zu überzeugen, dafs die Tropfen nicht die Ursache der Schmerzen sein könnten. Als sich aber auch hier sofort heftige Schmerzen einstellten, erkannte der Arzt seinen Mifsgriff und sandte das Ehepaar zur Bonner Klinik, aus der die Frau etwas früher mit $V = {}^{20}/_{200}$, der Mann erst nach 5 Wochen mit nur $V = {}^{6}/_{200}$ entlassen wurde.

Es dürfte dieser bedauerliche Fall um so mehr Beachtung verdienen, als das Formalin oder Formaldehyd in 40%iger Lösung unter dem Namen Formol vielfach in den Handel kommt und neuerdings namentlich von Czaplewski, Hammerl und Kermauner (Münch. mediz. Wochenschrift 1898), Prausnitz (ibid. 1899) und Flügge als Desinfektions- und Desodorisationsmittel, sowie von Gerdeck (Riforma Medica vom 15. November 1898) als Desodorans und Heilmittel bei Fufsschweifs warm empfohlen wird. Auch als Desinfektionsmittel von Leihbibliotheksbüchern und zum Konservieren von Tierleichen wird dasselbe benutzt. Mit Recht weist aber schon die Zeitschrift „Science“ auf die Gefahren dieses Mittels hin, dessen Dämpfe nicht nur für unsere Atmungsorgane nachteilig sind, sondern welches auch in Gasform oder in wässriger Lösung für das Auge gefährlich werden kann. Ich selbst behandelte im August 1898 einen Chemiker, der sich durch Formalindämpfe eine schwere und hartnäckige Conjunctivitis zugezogen hatte. Es sollten deshalb die von dem Formol zu befürchtenden Gefahren allgemeiner bekannt werden.

Was nun die Prognose der thermischen und chemischen Verletzungen des Auges angeht, so ist dieselbe in der Regel ziemlich ungünstig, wenigstens was die Funktion anbelangt. Unter seinen 118 Fällen fand de Bovis (231) 16, die mit totaler Amaurose des betroffenen Auges endeten, und nur 25, bei denen ein leidlich normaler Zustand zurückkehrte (unter den letzteren auch drei Kalkverletzungen). Im allgemeinen scheinen die Verbrennungen mit flüssigen Metallen noch die beste Prognose zu geben; in nicht seltenen Fällen wurde dabei insbesondere die Kornea überraschend wenig in Mitleidenschaft gezogen, sodafs die Funktion vollständig normal blieb. Solche Fälle beobachteten, namentlich mit geschmolzenem Blei, Lötmetall und dergl., Pamard (Ann. d'Ocul. V.), Ansiaux (Ann. d'Ocul. VIII), Guépin (14), Stellwag von Carion, Hutchinson, Zander und Geissler (44), Mandelstamm (119), Boursier (Journ. d'Ocul. 1884), Ferrier (137), Baudry (189), und de Bovis (231); Guépin (14) mit flüssigem Schwefel; Hilbert (260) mit geschmolzenem Eisen. Vielleicht spielt bei dieser auffallenden Thatsache, wie das auch de Bovis und Hilbert vermuten, das Phänomen des Leidenfrost'schen Tropfens eine Rolle. Leider finden sich aber auch eine grofse Menge Ausnahmen, in denen es doch zu ausgedehnteren Zerstörungen des Auges durch flüssige Metalle kommt.

Schlimmer sind meistens schon die Folgen der Einwirkung von glühenden, nicht flüssigen Metallen und von Feuerflammen auf den Bulbus. Selbst dann, wenn, wie das hierbei der Fall sein kann, die Kornea anfangs noch leidlich klar ist, kommt es doch fast immer in der Folge noch zu einer nachträglichen Trübung derselben mit Entzündung und narbiger Veränderung. War die Kornea aber nur in ihrer oberflächlichsten Lage, also im Epithel, durch die Hitze zerstört, verschorft worden, so entsteht zwar auch hier eine meist dichte Trübung durch Borkenbildung, dieselbe bleibt aber häufig nur auf die Oberfläche beschränkt; die Eschara stofsen sich nach einiger Zeit spontan ab, und es bildet sich darunter eine wieder vollkommen klare Hornhaut (123). Dementsprechend wird auch schon lange die, wie es scheint, zuerst von Gayet im Jahre 1876 und dann später namentlich von Nieden (157) empfohlene galvanische Glühschlinge zur Beseitigung oberflächlicher Trübungen, Infiltrate und Ulcera aus der Hornhaut in Anwendung gebracht. Reich (142) beschreibt den Fall eines Mädchens von 6 Jahren, welches sich die Kornea mit einem Bügeleisen verbrannt hatte. Anfänglich war die Hornhaut mit einer dicken, weifsen Borke bedeckt, war aber schon nach nur 20 Stunden wieder vollkommen klar geworden.

Von vorneherein ausgedehnter, wie in manchen derartigen Fällen, sind meist cet. par. Beschädigungen des Auges durch die Einwirkung heifser Gase und Dämpfe, kochenden Wassers, siedenden Öles und dergl., die in der Regel den Bulbus auf seiner ganzen vorderen Fläche treffen.

Am ungünstigsten stellt sich im allgemeinen aber die Prognose, nicht sowohl in Rücksicht auf die Existenz des Bulbus, wie auf die Funktion des Organes, bei den chemischen Verletzungen des Auges, und unter diesen sind wieder die Kalkverätzungen diejenigen, welche am wenigsten Aussicht auf eine leidliche Erhaltung oder Wiederherstellung des Sehvermögens geben. Zwar berichten Yvert (111), de Bovis (231) und Thirion (243) von Fällen, in denen selbst nach ziemlich schwerer Verätzung mit mineralischen Säuren wieder eine vollständig normale Funktion zurückkehrte. v. Graefe (32) erlebte eine nahezu komplete Restitutio in integrum bei 2 Fällen von Augenverätzung mit kaustischem Kali, Saemisch (92) eine solche bei Natronlauge, und ich selbst beobachtete einen gleichen glücklichen Ausgang nach ziemlich erheblicher Schwefelsäure-Verletzung, die im Frühjahre 1898 in der Bonner Universitäts-Augenklinik zur Behandlung kam. Bei den Kalkverletzungen aber gehören solche vollkommene Heilungen zu den grofsen Seltenheiten, denn es kommt bei diesen zu der chemischen Gewebezerstörung, welche sie mit den Mineralsäure- und Ätzalkali-Verletzungen gemein haben und welche bisweilen, wie in einem von mir im August 1898 in der Bonner Klinik beobachteten Falle, schon in kürzester Frist zum Untergange des ganzen Bulbus durch eiterige Einschmelzung führen kann, noch ein weiteres ver-

derbliches Moment hinzu, welches auch in leichten Fällen für eine Restitutio functionis im höchsten Grade verhängnisvoll ist, nämlich die Bildung einer besonderen chemischen Substanz, einer Verbindung von Kalkerde mit Albumen, innerhalb des sonst noch gesunden Gewebes, und dieses Calciumalbuminat ist selbst in dünneren Schichten so undurchsichtig, und es ist bisher so wenig möglich gewesen, mit irgendwelchen Mitteln in vivo diese Substanz zu entfernen oder aufzuhellen, dafs die Funktion auch dann noch immer mehr oder minder herabgesetzt bleibt, und zwar dauernd, wenn die Kontinuitätsdefekte anscheinend wieder vollkommen ausgeglichen sind.

Leider gehören aber die Kalkätzungen nicht nur, wie wir oben sahen, zu den häufigsten chemischen Verletzungen des Auges, sondern sie sind auch darum noch besonders gefährlich, weil ihre Heilung meist eine sehr langwierige ist, weil sich während dieses Heilungsprozesses häufig allerlei Komplikationen einstellen, die den Schaden vergröfsern können, und weil sie, einer Therapie nur schwer zugänglich, so selten eine günstige Prognose geben. Dafs die Therapie ihnen gegenüber bisher so erfolglos war, liegt allerdings teilweise an dem Umstande, dafs über das Wesen der Kalktrübungen irrige Vorstellungen allgemein verbreitet sind und dafs deshalb die Therapie auf Wegen versucht wurde, die einen Erfolg gar nicht ergeben konnten. Ausserdem ist aber auch leider überhaupt nur geringe Hoffnung vorhanden, dafs es jemals gelingen werde, die einmal entstandenen Kalktrübungen zu entfernen, denn dieselben sitzen meistens in der Tiefe eines Gewebes, welches jeden ausgedehnteren mechanischen oder chemischen Eingriff sofort mit reaktiver Entzündung, Trübung und Narbenbildung beantwortet. Zahlreiche Versuche, die ich nach dieser Richtung gemacht habe, haben mich davon überzeugt, dafs vorläufig wenigstens keine Aussicht besteht, mit den Mitteln, die hier in Frage kommen könnten, eine Beseitigung oder doch Verringerung der Kalkmassen, welche, in der Kornea sitzend, die Perlucidität derselben so erheblich beeinträchtigen, herbeizuführen.

Wenn demnach der ursprüngliche und wichtigste Zweck meiner Untersuchungen, die Gewinnung einer erfolgreichen Therapie der bestehenden Kalktrübungen der Hornhaut, einstweilen auch nicht erreicht wurde, vielleicht überhaupt nicht erreicht werden konnte, so haben mir diese Untersuchungen doch so wertvolles Material für eine richtige Auffassung jener Trübungen und vor allem für eine rationelle Prophylaxe derselben geliefert, dafs es mir nicht unnütz erscheint, im folgenden sowohl die chemische Natur jener Trübungen, wie ihre Entstehung, die Möglichkeit ihrer Verhütung und die bisherigen therapeutischen Versuche zur Beseitigung derselben eingehender zu besprechen. Bestärkt wurde ich in diesem Vorhaben noch durch die Wahrnehmung, dafs die Kalkverletzungen, entsprechend ihrem Vorkommen, zwar schon vielfach beschrieben und untersucht worden sind, dafs aber über dieselben, wie bereits erwähnt, sowohl Widersprüche,

wie Irrtümer bestehen, deren Lösung wohl von praktischem Interesse und deshalb der Mühe wert sein dürfte.

Bereits vor einiger Zeit (311) habe ich einige wichtigere Ergebnisse meiner Untersuchungen kurz zusammengestellt. Da aber jene gewissermassen vorläufige Mitteilung nicht jedem Fachgenossen zugängig sein dürfte und da in derselben, ihrem besonderen Zwecke entsprechend, die Wege, auf denen ich zu meinen Resultaten gelangte, nur kurz angedeutet werden konnten, während manche interessante Einzelheiten und theoretische Erörterungen fortbleiben mufsten, so glaube ich nicht, dafs dadurch die vorliegende, zudem durch eine eingehendere Berücksichtigung der Kasuistik, der Statistik und der Litteratur vermehrte Arbeit überflüssig geworden ist. Wenn nun trotz meines Bemühens und trotz der grofsen Liberalität, mit der mein hochverehrter Lehrer, Herr Geheimrat Saemisch, mir das Material der Bonner Universitäts-Augenklinik zur Verfügung stellte, diese Arbeit vielleicht doch noch keine erschöpfende ist, so wolle man das mit dem Mangel ausreichender Mufse freundlichst entschuldigen.

Die Verletzungen der Augen mit Kalk und Mauermörtel sind ohne Frage wohl ebenso alt, wie die Kenntnis der Gewinnung und Verwertung des Ätzkalkes überhaupt, und es unterliegt keinem Zweifel, dafs sie auch schon im Altertume vorgekommen und der Gegenstand ärztlicher Behandlung gewesen sind. Wenn uns direkte Nachrichten darüber auch fehlen, so wissen wir doch, dafs schon die Griechen, insbesondere aber die Römer, sich nicht so selten des Kalkes, dessen Darstellung und Eigenschaften schon von Dioskorides und Plinius (136, p. 4) beschrieben werden, bedient haben. Seitdem ist der Kalk, wenn es sich um die Herstellung einigermafsen haltbarer Bauten handelte, von allen Kulturvölkern und zu allen Zeiten als Bindemittel der Werkstücke, Bruchsteine und Ziegelsteine benutzt worden, und es liegt auf der Hand, dafs mit der im Laufe der Jahrhunderte immer mehr und mehr, in den letzten Decennien geradezu rapide gestiegenen Bauthätigkeit und mit der Verdrängung der früher noch so häufigen Holzbauten durch solche aus Steinen und Kalkmörtel die Möglichkeit und die Gefahr einer Beschädigung des Sehorganes durch Kalk stetig gewachsen sein mufs. Aber nicht allein im Baugewerbe, sondern auch in landwirtschaftlichen und in einer grofsen Zahl technischer Betriebe erfuhren der Kalk und die aus ihm hergestellten Substanzen eine immer ausgedehntere und mannigfachere Verwendung, sodafs heute mehr oder minder schwere Kalkverletzungen des Auges für den beschäftigten Arzt nicht mehr zu den Seltenheiten gehören.

Man sollte nun glauben, dafs bei einer Verletzung, die man schon so lange kennt und die namentlich neuerdings so relativ häufig vorkommt, eine einigermafsen zutreffende Ansicht über die Natur derselben, über ihre Folgen und über die Mittel zu ihrer Therapie ziemlich allgemein längst gewonnen sein müsse. Allerdings sind auch bereits eine Anzahl recht anerkennens-

werter Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt und veröffentlicht worden[1]), doch haben selbst die ausführlichsten und zuverlässigsten unter ihnen nicht nur etwa die Materie nicht erschöpft, sondern haben ausnahmslos zu unrichtigen und, wie wir sehen werden, hinsichtlich der Therapie direkt schädlichen Anschauungen geführt. Es ist diese Thatsache erstaunlich; sie erklärt sich aber dadurch, dafs alle Voruntersucher, trotzdem es ohne weiteres einleuchtet, dafs die Art dieser Beschädigungen und der sich daran anschliefsenden Folgezustände ganz wesentlich von der Natur, von den chemischen und physikalischen Eigenschaften, der Materia peccans abhängen mufs, sich nicht der Mühe unterzogen haben oder unterziehen konnten, diesen Eigenschaften selbständig nachzuforschen, sondern sich gutgläubig auf die Angaben chemischer Lehrbücher über diesen Gegenstand verlassen haben und dadurch und durch ungenaue Beobachtung einzelner Eigenschaften des Kalkes zu ihren Anschauungen gekommen sind. Da nun aber, wie wir im folgenden sehen werden, die Angaben selbst trefflicher chemischer Handbücher über die Calciumverbindungen vielfach lückenhaft und, soweit sie den Ätzkalk wenigstens betreffen, stellenweise sogar falsch sind, so kann es nicht Wunder nehmen, dafs die darauf basierende landläufige Anschauung über das Wesen der Kalkverletzungen eine in wichtigen Punkten unzutreffende ist.

Diese Irrtümer aufzuklären, ist in erster Reihe der Zweck der vorliegenden Arbeit, die, unter Anlehnung an die sicheren Ergebnisse früherer Beobachtungen, doch keine Nachlese, sondern eine wesentlich kritische, selbständige Bearbeitung dieses Gegenstandes unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Verhältnisse sein soll. Wie ich nun aber schon nach meinen ersten experimentellen Versuchen an lebenden und toten Augen mich genötigt sah, zuvörderst erst einmal das Ätzmittel selbst, dessen Wirkung mir denn doch nicht, wie allgemein etwas unklar angenommen wird, eine einfach „kaustische" oder „brennende" zu sein schien, in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften zum Gegenstande eines eingehenderen Studiums zu machen, so mufs ich auch hier, des Verständnisses wegen und zur Begründung meiner Schlufsfolgerungen, dem medizinischen Teile meiner Arbeit einen kurzen, namentlich auch die von der allgemeinen Ansicht abweichenden Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen enthaltenden Überblick über die Calciumverbindungen selbst vorausschicken. Dafs ich es nicht bei dem Kalke im engeren Sinne allein bewenden lasse, sondern auch die anderen Calciumverbindungen mit in den Rahmen der Besprechung hineinziehe, dazu veranlafst mich die Erwägung, dafs auch durch jene Verbindungen „Kalkverätzungen" des Auges vorkommen können und gewifs auch schon gelegentlich vorgekommen

[1]) Die Angabe Praun's (315), dafs „die Litteratur über diesen Gegenstand unverständlich klein" sei, beruht auf einem Irrtume.

sind, und dafs auch ihre Kenntnis wesentlich zur richtigen Würdigung jener eigentümlichen Augenverletzung erforderlich erscheint, die, wie hier im voraus erwähnt sein möge, bei fast allen Calciumverbindungen cet. par. die gleiche ist. Da es mir aber andererseits fernliegen mufste, an dieser Stelle eine Monographie jener ebenso interessanten, wie technisch wichtigen Verbindungen zu geben, so werde ich mich so kurz wie möglich fassen, allgemein Bekanntes und selbst weniger bekannte, interessante Einzelheiten, insofern sie für den Zweck dieser Arbeit minder wertvoll erscheinen, fortlassen und mich in meinen Mitteilungen im wesentlichen auf die Löslichkeitsverhältnisse der Calciumverbindungen, auf ihr Verhalten gegen Wasser überhaupt, auf die dabei häufig auftretenden Temperaturschwankungen und auf ihre chemische Affinität zu einigen anorganischen und organischen Substanzen, die für den vorliegenden Gegenstand von Wichtigkeit sind, beschränken.

I. Das Calcium und seine wichtigeren Verbindungen, mit besonderer Rücksicht auf ihre Gefährlichkeit für das Auge.

Von den zahlreichen Verbindungen, in denen das Calcium teils in der Natur vorkommt, teils in der Technik gewonnen wird, sind die meisten in Wasser löslich und nur wenige von ihnen sind ganz oder doch nahezu ganz unlöslich in reinem Wasser, während einige andere wieder zwar an sich in Wasser zunächst unlöslich sind, mit demselben aber unter beträchtlicher Wärmeentwickelung eine Verbindung oder Zersetzung eingehen und in dieser Form dann in Wasser löslich werden. Es liegt auf der Hand, dafs die ganz unlöslichen Calciumverbindungen, zu denen der kohlensaure, der sekundäre und tertiäre phosphorsaure, der kieselsaure Kalk und das Fluorcalcium gehören, für unsere Betrachtung ganz ausscheiden dürfen, weil dieselben für das Auge lediglich als Fremdkörper, nicht aber als Ätzmittel, in Betracht kommen können. Das letztere gilt auch von dem schwefelsauren Kalke oder Gips, der zwar in Wasser ziemlich gut löslich ist (bei mittlerer Temperatur etwa 1 : 400), der aber, wie mir wiederholte Versuche dargethan haben, auf das Auge keinerlei ätzende oder sonstwie nachteilige Wirkung auszuüben vermag. (Aus besonderen Gründen mufs ich indessen auch den Gips in unsere Betrachtung einschliessen.) Von den vorgenannten abgesehen, bergen alle anderen Calciumverbindungen mehr oder minder erhebliche Gefahren für das Sehorgan in sich, zu deren Verständnis es wünschenswert erscheint, zunächst die wichtigeren und gebräuchlicheren von ihnen in ihren Eigenschaften, namentlich mit Rücksicht auf diese Gefahren, einer kurzen Besprechung zu unterziehen.

Das Calcium, Ca_2, selbst ist ein messinggelbes Metall vom spezifischen Gewicht 1.6. Ähnlich wie Kalium und Natrium hat es eine grofse Affinität zum Sauerstoff; deshalb verwandelt es sich an der Luft bald in Calciumoxyd, in feuchter Luft in Calciumhydroxyd. Die Bildung des letzteren erfolgt sofort und unter starker Wärmeentwickelung, wenn man metallisches Calcium mit

Wasser in Berührung bringt, doch ist die Temperatursteigerung dabei nicht so hoch, wie bei der entsprechenden Behandlung der Alkalimetalle.

Das Calciumcarbid, CaC_2, entsteht als goldglänzende, undurchsichtige Krystalle, wenn man gebrannten Marmor mit Zuckerkohle im elektrischen Schmelzofen stark erhitzt:

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO,$$

und wird als weifses bis graues Pulver technisch in grofsen Mengen dargestellt durch heftiges Glühen eines innigen Gemenges von Calciumoxyd oder -carbonat mit Kohle in dem genannten Schmelzofen. Dasselbe findet eine namentlich in jüngster Zeit immer mehr steigende, ausgedehnte Verwendung zur Darstellung des Acetylengases. Bringt man nämlich Calciumcarbid in Wasser, so bildet sich sofort unter sehr starker Erwärmung neben Kalkhydrat Acetylen:

$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2.$$

Läfst man das Wasser tropfenweise zum Calciumcarbid zufliefsen, so erhält man einen gleichmäfsigen Strom von Gas, geschieht der Wasserzusatz aber plötzlich und ungleichmäfsig, so kann die Erhitzung so stark werden (ca. 500° C.), dafs eine Explosion eintritt, indem das Acetylen in Kohlenpulver und Wasserstoff zerfällt, die beide mit der atmosphärischen Luft explosive Gemenge bilden.

Da sowohl das metallische Calcium, wie das Calciumcarbid, sich mit Wasser sofort in Calciumhydroxyd verwandeln und da sie auf dem Bulbus gegebenen Falles stets dazu genügende Wassermengen finden, so üben sie auf das Auge dieselbe Wirkung aus, wie das noch zu besprechende Kalkhydrat, zu der sich aber bei ihnen noch die Folgen der starken Temperaturerhöhung hinzugesellen.

Das Calciumoxyd, CaO, auch gebrannter Kalk, ungelöschter Kalk, Ätzkalk oder Kalkerde genannt, kommt wegen seiner grofsen Affinität zu Wasser und Säuren nicht frei in der Natur vor. Es bildet eine weifse, durch Verunreinigungen indessen häufig gefärbte Masse, die vorzugsweise durch Glühen von kohlensaurem Kalke (Kreide, Kalkstein, Kalkspath) technisch dargestellt wird und in grofsen Mengen als Hauptbestandteil des Mauermörtels und in einer Reihe von Gewerben Verwendung findet. Je nach seiner Beschaffenheit und seinen Beimengungen bezeichnet man den gebrannten Kalk auch wohl als Weifskalk, Mehlkalk (mehr grau und pulverförmig), Stückkalk, Sackkalk (teilweise hydratisiert, d. h. in Kalkhydrat umgewandelt), Feld- oder Dünge-Kalk (stark unrein, 6—7 % Ätzkalk und etwa 70 % kohlensauren Kalk enthaltend), Diamantine (als Putzmittel dienender, fein gemahlener Ätzkalk), Fettkalk (giebt mit Wasser einen plastischen Brei), mageren Kalk (enthält mehr wie 15 % Bittererde und giebt mit Wasser einen körnigen Brei) u. s. w. Enthält das Rohmaterial, der Kalkstein, mehr wie 5 % an Thonerde oder an Kieselsäure, so darf es nur sehr vorsichtig

gebrannt werden, da es sonst zusammensintert, „tot brennt“, und sich dann als Mörtelmaterial nicht mehr verwenden läfst. Überhaupt sind sowohl die mageren, wie die leicht tot brennenden Kalke, als Luftmörtel wenig geeignet, geben dagegen ein vorzügliches Material ab für den Wasserkalk oder hydraulischen Kalk und für die Cemente.

In Wasser löst sich der Ätzkalk sehr schnell, im Verhältnis von etwa 1 : 925, aber nicht als solcher, sondern als Kalkhydrat, zu welchem mit Wasser sich zu verbinden er ein aufserordentlich grofses Bestreben zeigt. Schon beim Liegen an feuchter Luft zieht er aus derselben begierig Wasser an und zerfällt dabei zu einem grau-weifsen Pulver von Kalkhydrat. Es findet dieser Vorgang unter Volumvermehrung aber ohne Temperaturzunahme statt. Gegen Kohlensäure ist trockener Ätzkalk ziemlich widerstandsfähig, nicht aber das Kalkhydrat. Deshalb hält sich Ätzkalk in trockener atmosphärischer Luft ziemlich lange unverändert, verwandelt sich aber in feuchter Luft sehr schnell zunächst in Kalkhydrat und dann aus diesem durch Kohlensäureaufnahme nach und nach in kohlensauren Kalk.

In diesem Zustande wird der Kalk als „abgestorben“ bezeichnet, weil er nicht mehr als Mauermörtel zu verwenden ist und sich nicht mehr „löschen“ läfst. Unter diesem „Löschen“ versteht man die schnelle Umwandlung frisch gebrannten oder doch wenigstens noch nicht abgestorbenen Kalkes, durch Übergiefsen desselben mit einer geeigneten Menge Wasser, in Kalkhydrat, welches dann weiterhin als Kalkbrei, Kalkmörtel, Kalkmilch u. s. w. Verwendung findet. Ohne Frage hat man das Brennen und Löschen des Kalkes schon im Altertume gekannt und geübt, und man sollte deshalb und wegen der ausgedehnten Verwendung, die Ätzkalk und Kalkhydrat in den verschiedensten Gewerben von jeher gefunden haben, annehmen dürfen, dafs auch die näheren Vorgänge beim Kalklöschen bereits seit langer Zeit sehr genau untersucht und bekannt seien. Eigentümlicherweise scheint das aber noch nicht der Fall zu sein, denn weder in der chemischen, noch in der technischen Fachlitteratur, soweit ich mir letztere zugänglich machen konnte, habe ich darüber wirklich zutreffende Angaben finden können. Die Meisten begnügen sich mit der Angabe, dafs der Ätzkalk sich beim Löschen mit Wasser sehr stark erhitze. Viele scheinen dabei an Temperaturen weit über 100° C. zu denken, Gühmann (136) und Praun (315) meinen, dafs sich der Kalk beim Löschen bis 150° C. erhitze, und Musspratt (Theoretische, praktische und analytische Chemie) behauptet, dafs sich bei der Temperatur, bei der der Kalk sich lösche, Schiefspulver entzünde und Holz verbrenne. Ebenso scheint die Annahme allgemein, dafs die Umwandelung des Calciumoxyds in Calciumhydroxyd und die damit verbundene Wärmeentwickelung sofort eintrete, wie das erstere mit Wasser in Berührung kommt. Nur Hager (Handbuch der pharmaceutischen Praxis, 1891, Band 1) giebt an, dafs dieser Vorgang erst 10—15 Minuten später beginne.

Da nun die Anschauungen über die Verletzungen des Auges mit Kalk und die bei ihnen notwendigen prophylaktischen bezw. therapeutischen Maßnahmen sowohl bei Ärzten, wie bei Laien, wesentlich von dem Gedanken beeinflußt werden, daß „Kalk" mit Wasser sich sehr schnell und stark erhitze, so war es für den vorliegenden Zweck von ganz besonderem Interesse, diesem Gegenstande näher nachzuforschen, und dabei machte ich bald die Wahrnehmung, daß die thatsächlichen Vorgänge beim Kalklöschen keineswegs mit den allgemein herrschenden Ansichten darüber in allen Punkten übereinstimmen. Um diese Vorgänge mit Sicherheit festzustellen, habe ich dann eine ganze Reihe systematischer Versuche mit zweckdienlichen Varianten angestellt, bei denen in sofern noch eine gewisse Schwierigkeit zu überwinden war, als die physikalischen Eigenschaften nicht nur bei den verschiedenen Kalksorten verschiedene sind, je nach dem Rohmateriale, der Methode, dem Grade und der Dauer des Brennens, nach dem Orte und der Dauer des Lagerns, nach der Jahreszeit, Temperatur und Luftfeuchtigkeit u. s. w., sondern selbst bei Stücken derselben Provenienz und Fabrikation. Es war deshalb auch schon aus diesem Grunde geboten, eine größere Anzahl einzelner Versuche vorzunehmen, auf die näher einzugehen mich hier indessen zu weit führen würde, deren schließliche gemeinsame Ergebnisse ich aber im folgenden zusammenstelle, da ihre Kenntnis zu einer richtigen Auffassung der Natur der Kalkverletzungen unumgänglich erscheint:

1. Das Löschen des gebrannten Kalkes mit Wasser, also die Verbindung von Calciumoxyd mit Wasser zu Calciumhydroxyd, erfolgt unter erheblicher Volum- und Temperaturvermehrung und unter Entwickelung von Wasserdampf.

2. Beim Vorgange des Kalklöschens lassen sich 2 getrennte, zeitlich aufeinander folgende Prozesse deutlich unterscheiden. Der erste Prozeß besteht, wie es scheint, in einer rein mechanischen Aufsaugung des Wassers in die intermolekularen Räume des Kalkes, wobei ein bestimmtes Optimum der Wassermenge in die Erscheinung tritt. Erst während des zweiten, daran sich anschließenden Prozesses erfolgt die chemische Vereinigung des Calciumoxyds mit den Elementen des Wassers. Dementsprechend kann man den ganzen Vorgang in 4 aufeinander folgende Stadien einteilen:

a) Die einfache hygroskopische Wasseraufnahme (annähernd 60 ccm Wasser : 100 g Ätzkalk). Diese Aufnahme erfolgt bei der Berührung von Wasser und Kalk fast momentan und meist mit einer so großen Energie, daß die Temperatur in den ersten 2—4 Minuten insgesamt in der Regel um 10—15° C., bei sehr reinem und frischem Kalke sogar noch mehr, ansteigt.

b) Ein Stadium relativer thermischer Ruhe, in dem die Temperaturzunahme infolge mechanischer Wasseraufnahme aufgehört hat und die des dritten Stadiums noch nicht eingetreten ist. Dieses zweite Stadium kann mehrere Minuten andauern, kann aber auch nur kurz sein und kann unter Umständen

sogar ganz ausfallen, so dafs an das abklingende erste Stadium sich gleich das dritte anschliefst.

c) Das dritte Stadium ist das Stadium der chemischen Aktion, welche für gewöhnlich mit einer bedeutenden Wärmeentwickelung verbunden ist. Die Temperatursteigerung ist anfangs noch eine relativ langsame, nimmt dann aber rapide zu und verlangsamt sich erst wieder kurz vor dem Temperaturmaximum.

d) Im vierten Stadium erfolgt die meist sehr lange dauernde Abkühlung.

Beim Löschen des Kalkes mit Wasser sind diese vier Stadien stets deutlich getrennt erkennbar, beim Behandeln desselben mit Säuren etc. aber häufig nicht, da dann der ganze Prozefs zu schnell sich abspielt.

Zur Erläuterung des Gesagten will ich hier nur einen meiner diesbezüglichen Versuche anführen:

120 g frisch gebrannten Ätzkalkes in Pulverform, dessen Temperatur 16° C. betrug, wurden in einem nach oben sich erweiternden cylindrischen Gefäfse mit 70 ccm destillierten Wassers von der gleichen Temperatur übergossen. Dabei zeigte die Temperatur der Masse die nachfolgenden Schwankungen:

	Temperaturzunahme:	Endtemperatur:
Anfangstemperatur:	—	16°
In der ersten Minute	8°	24°
„ „ 2. „	2°	26°
„ „ 3. „	1°	27°
„ „ 4.—5. „	je 0.5°	28°
„ „ 6. „	1°	29°
„ „ 7. „	2°	31°
„ „ 8. „	3°	34°
„ „ 9. „	4°	38°
„ „ 10.—11. „	je 5°	48°
„ „ 12.—13. „	„ 5.5°	59°
„ „ 14.—15. „	„ 6°	71°
„ „ 16. „	5°	76°
„ „ 17. „	4°	80°
„ „ 18. „	2°	82°
„ „ 19. „	0.5°	82.5°
„ „ 20. „	— 1°	81.5°
„ „ 21. „	— 2°	79.5°
„ „ 22. „	— 2.5°	77°
„ „ 23. „	— 2.0°	75°
„ „ 24. „	— 1.5°	73.5°

u. s. f.

Es wurde also erst in der 9. Minute eine der Blutwärme entsprechende Temperatur und erst in der 19. mit 82.5° C. das Maximum erreicht.

3. Auch bei sehr intensiv sich löschendem, frisch gebranntem Kalke und unter sonst durchaus günstigen Verhältnissen beginnt zwar die Temperatursteigerung stets sofort, dauert es aber immer annähernd 10 Minuten, ehe die Temperatur von 40° C. überschritten wird.

4. Unter gewöhnlichen Umständen steigt die maximale Temperatur selten bis 100° C., nie aber über 100° C.

5. Nur wenn dem Expansionsbestreben, der Volumvermehrung, des sich löschenden Kalkes Widerstand entgegengesetzt wird, wie in nach oben sich stark verjüngenden oder in ganz geschlossenen Gefäfsen, oder wenn in letzteren die Wasserverdunstung gehindert wird, oder endlich im Inneren gröfserer, kompakter, im Löschen begriffener Kalkmassen kann die Temperatur erheblich über 100° C. steigen. Die Temperaturerhöhung tritt dann auch rapider auf, so dafs das Maximum früher erreicht wird. Es addieren sich da zu der chemischen Wärmequelle noch physikalische Faktoren, die sogar zu Explosionserscheinungen Veranlassung geben können. Letztere, also das Umherspritzen von Kalk, kommen beim gewöhnlichen Löschen nicht vor.

6. Aber auch von meinen Versuchen abgesehen, kann es gar nicht möglich sein, dafs die Temperatur beim Kalklöschen so hoch steigt, dafs dabei Holz verbrennt, wie Muspratt (s. o.) u. A. behaupten. Sonst könnten die Maurer den Kalk nicht, wie es ja in der Regel geschieht, in hölzernen Gefäfsen löschen. Auch kann für gewöhnlich die Temperatur gar nicht über 100° C. steigen, weil bei 100° C. alles Wasser verdampfen und damit der ganze Prozefs, die einzige Wärmequelle, sofort stillgestellt würde.

7. Etwas anders liegt die Sache, wenn zum Löschen des Kalkes nicht reines Wasser, sondern wässrige Lösungen chemischer Agentien benutzt werden, verdünnte Säuren, gewisse Salzlösungen, Zuckerwasser, Milch u. dergl. Dann steigt die Temperatur meist aufserordentlich rapide und weit über 100° C. So erhielt ich bei Verwendung des Acidum hydrochloricum der Ph. G. (25 % HCl) schon in der ersten Minute eine Temperatursteigerung auf 104° C., die in der 3. Minute mit 110° C. ihr Maximum erreichte. Bei Acidum aceticum stieg die Temperatur in der 3. Minute bis 111.5° C., bei konzentrierter Rohrzuckerlösung (ca. 140 g Rohrzucker auf 70 ccm Wasser) stieg die Temperatur zwar etwas langsamer an, erreichte aber nach 8 Minuten sogar ein Maximum von 121° C. Ganz ähnliche Resultate, wie die vorgenannten, ergaben sich bei der Behandlung von Ätzkalk mit Salpetersäure, Citronensäure, Weinsäure, frischer und saurer Milch und kohlensaurem Wasser.

8. Je konzentrierter die genannten und andere Säuren bezw. Lösungen sind, desto rapider und stärker ist die Temperatursteigerung, aber selbst bei beliebig verdünnten derartigen Lösungen ist sie immer noch erheblich stärker,

wie bei der Verwendung gewöhnlichen Wassers. Bei konzentrierten Säuren und bei vollkommen gesättigter Zuckerlösung, bei denen der chemische Prozefs die vollendete Wasserverdunstung überdauern kann, liegt das Temperaturmaximum allemal über 100° C.

9. Ganz eigentümlich und für den Zweck der vorliegenden Arbeit von Interesse sind die thermischen Erscheinungen bei der Einwirkung von Glycerin verschiedener Konzentration auf Ätzkalk. In auffälligem Gegensatze zu den Wahrnehmungen bei der Anwendung von Säuren oder Zuckerlösung ist hier die Temperaturerhöhung zwar auch noch erheblich, aber doch wesentlich langsamer und namentlich noch bedeutend geringer, wie bei der Verwendung selbst von reinem Wasser. Verdünnt man nun aber das Glycerin mit Wasser, bis etwa zu $^1/_2$ oder $^1/_4$ Konzentration, so sinkt das Temperaturmaximum entsprechend noch weiter ab, so dafs man sagen kann, dafs der Zusatz von Glycerin die thermische Wirkung des Wassers sehr stark, der Zusatz von Wasser die des reinen Glycerins noch erheblich abschwächt. Es gilt das aber sonderbarerweise nur bis zu einem bestimmten Konzentrationsgrade und es liegt, was bemerkenswert ist, das Optimum dieser abschwächenden Wirkung bei einem Volumverhältnis von annähernd 1 Glycerin : 3 Wasser. Wird nämlich das Glycerin noch mehr verdünnt, etwa auf $^1/_8$ oder $^1/_{16}$ Konzentration, so schwächt zwar ersichtlich das Glycerin auch zunächst noch die Wirkung des Wassers innerhalb der ersten 20 bezw. 10 Minuten ab, dann aber gewinnt das letztere doch noch die Oberhand und treibt die Temperatur in kurzer Zeit bis auf das beim reinen Wasser beobachtete Maximum von 99° C. Worauf diese eigentümliche Erscheinung beruht, vermag ich zur Zeit mit Sicherheit noch nicht zu sagen. Vielleicht hat das Glycerin eine gröfsere Affinität zum gebrannten Kalke, wie das Wasser, und man müfste dann annehmen, dafs bei einiger Konzentration das Glycerin ausreicht, um den Kalk der Einwirkung des Wassers ganz zu entziehen, dafs aber bei Gegenwart von Wasser deshalb nicht die maximale Temperaturhöhe der reinen Glycerinwirkung erreicht wird, weil das gewissermafsen überschüssige, inaktivierte Wasser mit erwärmt werden mufs, während bei zu grofsem Wassergehalte das Glycerin seine involvierende (?) Wirkung nur noch im Anfange auszuüben vermag. Es spricht für eine solche Annahme ferner auch der Umstand, dafs bei Verwendung von reinem Glycerin die Masse fest, bei $^1/_2$- und $^1/_4$-konzentriertem Glycerin mehr teigig, bei stärkerer Verdünnung aber pulverförmig, wie beim Löschen des Kalkes mit Wasser, wird.

10. Die Temperatursteigerung beim Löschen des Kalkes mit Wasser ist am gröfsten, wenn auf 100 g Ätzkalk etwa 60 ccm Wasser, nicht, wie man nach der stöchiometrischen Formel vermuten sollte, 32 ccm Wasser genommen werden. Es rührt das wohl daher, dafs nicht alles Wasser zur chemischen Bindung gelangt, sondern dafs ein Teil davon, also etwa die Hälfte, verdampft.

11. Nimmt man auf 100 g Ätzkalk weniger wie 60 ccm Wasser, so erfolgt der Temperaturanstieg in derselben Weise, wie bei hinreichender Wassermenge, das Temperaturmaximum bleibt aber um so geringer, je weniger Wasser im Verhältnisse zum Ätzkalke benutzt wurde. Nimmt man dagegen auf die angegebene Kalkmenge mehr wie 60 ccm Wasser, so verläuft die Temperaturkurve im ganzen viel flacher, die Erwärmung erfolgt viel langsamer und das Temperaturmaximum sinkt successive sehr schnell ab, und bei grösserer Wassermenge wird eine Temperatursteigerung schliefslich überhaupt nicht mehr wahrgenommen.

12. Je unreiner und je älter der Ätzkalk ist, um so später beginnt die Temperatursteigerung beim Löschen mit Wasser, um so langsamer erfolgt dieselbe und um so geringer bleibt das Temperaturmaximum. Säuren, Zuckerwasser etc. können aber auch bei solchem, sich mit Wasser nur sehr träge löschendem Kalke noch rapide und starke Temperatursteigerungen herbeiführen.

13. Je geringer die absolute Menge Kalk bei übrigens geeigneter Wassermenge ist, um so mehr wird die Temperaturkurve durch die relativ grofse Wärmeausstrahlung beeinträchtigt. In kleinen Kalkmengen wird deshalb mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln eine Wärmeentwickelung beim Löschen überhaupt nicht mehr wahrgenommen.

14. Es ist auf die Temperaturkurve von nur geringem Einflusse, wenn die Anfangstemperatur des Wassers nicht 16° C., sondern 37° C. (Körpertemperatur) mifst. Nur erfolgt dann das Überschreiten der Blutwärme etwas früher, etwa in der 6. bis 8. Minute, und wird das Temperaturmaximum um etwa 5° C. höher.

15. Unter sonst günstigen Verhältnissen braucht sowohl bei warmem, wie bei kaltem Wasser die Masse ziemlich regelmäfsig 10 Minuten, um sich von etwa 40° C. auf das Temperaturmaximum zu erhitzen. Die Abkühlung erfolgt dagegen viel langsamer.

16. Mit Ölen mischt sich trockener Ätzkalk nur schwer zu einem dicken, allmählich erhärtenden Brei. Dabei entsteht keine Temperaturzunahme, auch nicht bei nachträglichem Wasserzusatz. Dagegen bleibt Öl ohne Einfluſs auf die Temperaturkurve bei Ätzkalk, der bereits im Löschen begriffen ist.

Von welcher Bedeutung in theoretischer sowohl, wie in praktischer Hinsicht alle diese Thatsachen für den vorliegenden Gegenstand sind, werde ich in der Folge näher darzulegen Veranlassung haben. Hier sei nur kurz erwähnt, dafs der Ätzkalk eine für das Auge höchst gefährliche Substanz ist, dafs er aber in seiner Gefährlichkeit, entgegen der allgemeinen Annahme, wenigstens von dem feuchten Kalkhydrate noch übertroffen wird.

Das Calciumhydroxyd, $Ca(OH)_2$, (gelöschter Kalk, Kalkerdehydrat), kommt ebenso wenig in der Natur frei vor, wie der Ätzkalk, da

es zu den verschiedensten Säuren eine sehr grofse Verwandtschaft besitzt. Seine Darstellung aus Ätzkalk durch Behandeln desselben mit Wasser haben wir oben bereits kennen gelernt. Das Kalkhydrat, wie ich der Kürze wegen den gelöschten Kalk im folgenden meist nennen werde, ist ein grau-weifses Pulver, welches neben reinem, weifsem Calciumhydroxyd, entsprechend seinem Rohmateriale, immer noch mehr oder weniger Verunreinigungen enthält, die aber, ebenso wie beim Ätzkalke, hier für uns nicht in Betracht kommen, da sie sich dem Auge gegenüber durchweg indifferent zeigen. In trockenem Zustande hält sich das Kalkhydrat eine Zeit lang ziemlich unverändert und kommt deshalb auch als „Sackkalk" in den Handel; mit Wasser zu einem mehr oder minder dicken Brei vermischt oder darin gelöst, ist es aber unbeständig und verwandelt sich durch Aufnahme von Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft recht bald in kohlensauren Kalk. Das trockene Kalkhydrat wirkt ebenso wie der trockene Ätzkalk nicht kaustisch, bei Gegenwart von geringen Mengen Wasser aber ziemlich stark ätzend, worauf sowohl seine Verwendung in verschiedenen Gewerben, wie seine Gefährlichkeit beruht. Hinsichtlich der letzteren nimmt es schon darum von allen Calciumverbindungen die erste Stelle ein, weil es insbesondere in den gleich zu erwähnenden Formen als Kalkbrei, Mauermörtel und Kalkmilch eine so ausgedehnte Verwendung findet.

Mit Wasser mischt sich das Kalkhydrat leicht in beliebigem Verhältnisse und löst sich dabei teilweise auf. Es entsteht indessen, im Gegensatze zum Ätzkalke, weder beim Mischen noch beim Lösen des Kalkhydrates in Wasser die geringste Temperatursteigerung, was, so allgemein bekannt das sein dürfte, dennoch hier, aus später noch zu erörternden Gründen, nochmals ausdrücklich hervorgehoben werden mufs. In kaltem Wasser löst sich das Kalkhydrat besser (ca 1 : 600), wie in heifsem (bei 100° C. etwa 1 : 1100); die konzentrierte kalte Lösung enthält zwar relativ wenig Kalkhydrat (in 1 Liter etwa 1.7 g), aber die Lösung erfolgt sehr schnell, so dafs schon nach 1 Minute $^2/_3$ der vollen Konzentration erreicht werden.

Enthält das Kalkhydrat teilweise noch ungelöschten Kalk, wie das namentlich beim Sackkalke des Handels der Fall ist, so kann dasselbe sich beim Vermischen mit Wasser allerdings noch etwas erhitzen, doch ist diese Erhitzung meist nur unbedeutend. Eine sehr beträchtliche Wärme entwickelt sich aber, und das ist hier bemerkenswert, wenn man das Kalkhydrat mit mineralischen und organischen Säuren behandelt, z. B. mit Salz-, Salpeter-, Essig-, Citronen-, Wein- oder Milchsäure. Selbst bei Benutzung verdünnter Säuren erhielt ich in 1—2 Minuten noch Temperaturmaxima von 70—84° C. Von besonderem Interesse war mir das Verhalten des Kalkhydrates bei der Einwirkung von konzentriertem und verdünntem Glycerin und Zuckerwasser und von süfser Milch. Es zeigten sich auch bei diesen Substanzen Temperatursteigerungen, die bei der Milch sehr gering, bei dem Zuckerwasser am höchsten waren,

die aber in allen Fällen die Temperatur von 37° C. nicht überschritten, und es zeigte sich ferner, dafs konzentriertes oder nicht zu stark verdünntes Zuckerwasser das Kalkhydrat, selbst in überschüssiger Flüssigkeit, ziemlich schnell in eine sehr feste und stark klebende Masse verwandelt, während Glycerin und Milch mit jenem einen weichen, plastischen, mit Wasser leicht mischbaren Brei bilden. Dabei wird, wie beim Vermischen des Kalkhydrates mit Wasser, ein Teil des ersteren gelöst, teils als solches, teils als neue Verbindung (Zuckerkalk, Glycerinkalk und Caseïnkalk). Während aber in 1 Liter Wasser sich nur etwa 1.7 g Kalkhydrat lösen, also relativ wenig, lösen sich bei 15° C. in

1	Liter	konzentrierten	Zuckerwassers	38.8 g	Kalkhydrat
1	„	$^1/_2$ „	„	88.8 g	„
1	„	$^1/_4$ „	„	36.6 g	„
1	„	$^1/_8$ „	„	17.4 g	„
1	„	konzentrierten	Glycerins	24.4 g	„
1	„	$^1/_2$ „	„	11.3 g	„
1	„	$^1/_4$ „	„	5.8 g	„

u. s. f.

Auch in süfser Milch löst sich erheblich mehr Kalkhydrat, wie in Wasser. Es ist also bei den beiden erstgenannten Flüssigkeiten die Lösungsfähigkeit annähernd proportional ihrem Gehalte an Zucker bezw. Glycerin. Die scheinbare Ausnahme, dafs ganz konzentriertes Zuckerwasser weniger Kalk löst, wie halbkonzentriertes, ist auf die sehr zähe, einer Lösung widerstrebende Konsistenz des ersteren zurückzuführen. Jedenfalls kann man im allgemeinen sagen, dafs, je nach der Konzentration, Zuckerwasser 20—50-mal und Glycerin 3—15mal so viel Kalkhydrat auflöst, wie gewöhnliches Wasser. Dabei büfst aber, wovon ich mich experimentell überzeugen konnte, das Kalkhydrat nichts an seiner Ätzwirkung ein, so dafs derartige Lösungen von Kalk in Zuckerwasser bezw. Glycerin, und in gewissem Grade auch die in Milch, sogar noch erheblich stärkere Kaustika sind, wie gewöhnliches Kalkwasser.

In reinem Öl löst sich dagegen das Kalkhydrat nicht und mischt sich in trockenem, namentlich aber auch in feuchtem Zustande nur schwer und unvollkommen mit demselben.

Das trockene Kalkhydrat ist für das Auge fast ebenso gefährlich, wie der Ätzkalk, in feuchtem und namentlich breiigem Zustande aber noch viel gefährlicher. Die Gefährlichkeit nimmt mit dem Alter des Präparates ab.

Das Kalkwasser ist die Lösung von Calciumhydroxyd in Wasser. Dasselbe wird in ausgedehnterem Mafse in der Technik und auch in der Heilkunde verwandt, selbst als Augenwasser ist dasselbe bei Conjunctivitis diphtherica empfohlen worden (140). Die konzentrierte Lösung enthält in 1 Liter bei 15° C. etwa 1.7 g, bei 100° C. etwa 0.9 g Trockensubstanz. Es löst sich also das Kalkhydrat in kaltem Wasser besser, wie in warmem, im ganzen nur in beschränkter Menge, dabei wird die Lösung aber ziemlich

schnell konzentriert. Nach meinen Versuchen enthielt ein mit hinreichender Menge gelöschten Kalkes versetztes Wasser in 1 Liter Lösung an trockener Substanz

bei 15° C.	nach 1	Minute	1.295 g
	„ 2	„	1.406 g
	„ 5	„	1.443 g
	„ 30	„	1.628 g
	„ 2	Stunden	1.702 g
	„ 2	Tagen	1.702 g
bei 35° C.	„ 1	Minute	1.184 g
	„ 15	„	1.351 g
bei 100° C.	„ 30	„	0.925 g.

Es erreicht die Kalklösung also schon in der ersten Minute etwa $^3/_4$ der vollen Konzentration. Da nun, wie bereits oben erwähnt, der gebrannte Kalk und der trockene gelöschte Kalk als solche keine ätzenden Eigenschaften besitzen, sondern dieselben erst in Form der Lösung, als Kalkwasser, annehmen, so ist dieser Umstand für unsere Betrachtung von Wichtigkeit. Der auf den feuchten Bulbus gelangende gebrannte oder gelöschte Kalk bildet dort sehr schnell eine zwar an sich schwache, aber doch nahezu konzentrierte Kalklösung, die durch die infolge des starken Reizes alsbald reichlich sich entwickelnde Thränenflüssigkeit ständig vermehrt und erneuert wird, so dafs selbst relativ geringe Kalkmengen auf dem Auge für einen längeren Zeitraum andauernd nahezu konzentrierte Kalklösungen hervorbringen können, die, wie wir weiter unten sehen werden, dort eine höchst deletäre Wirkung entfalten.

Noch schneller, wie das Calciumoxyd und das trockene Kalkhydrat, verbindet sich das Kalkwasser mit der Kohlensäure der Luft zu Calciumcarbonat und mit anderen Säuren zu einer Reihe mehr oder minder löslicher Salze, von denen einige für unseren Gegenstand von Wichtigkeit sind und deshalb in dem Folgenden besonders erörtert werden müssen. Hier sei nur erwähnt, dafs oxalsaurer Kalk, wie er durch Einwirkung von oxalsaurem Ammoniak auf Kalkwasser oder andere Calciumsalzlösungen entsteht, einen voluminösen, weifsen Niederschlag bildet, durch den selbst Spuren von Calcium noch nachgewiesen werden können und den ich deshalb bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen stets dazu benutzt habe. Weinsäure giebt mit Kalkwasser einen Niederschlag, der sich aber in einem Überschusse von Weinsäure wieder löst, Schwefelsäure und konzentrierte schwefelsaure Salzlösungen einen solchen nur mit konzentriertem Kalkwasser. Auch absoluter Alkohol fällt den Kalk nur aus konzentrierter Lösung. Eine konzentrierte oder verdünnte wässrige Lösung von Eisenchlorid giebt mit Kalkwasser einen flockigen, braungelben Niederschlag von Eisenoxydhydrat, der sich nicht in dem Überschusse des neutralen Eisenchlorids wieder löst, wie Gühmann (136) behauptet, sondern nur dann, wenn letzteres freie Salzsäure enthält. Mit

Bittersalzlösung bildet das Kalkwasser einen Niederschlag von Magnesiumhydroxyd und eine Lösung von schwefelsaurem Kalke. Auf alle diese Thatsachen werden wir in den folgenden Abschnitten, insbesondere bei der Besprechung der Prophylaxe und Therapie der Kalkverletzungen, noch zurückkommen.

Der Kalkbrei ist ein Gemenge von gelöschtem Kalke in Substanz mit konzentriertem Kalkwasser, enthält aber häufig noch allerlei Verunreinigungen in meist unlöslicher Form, so, wegen seiner Unbeständigkeit, namentlich noch kohlensauren Kalk. Ungelöschter Kalk dürfte dagegen in dem Kalkbrei wohl nur äufserst selten und dann nur sehr vorübergehend noch zu finden sein. Mit Quarzsand und Wasser vermischt bildet der Kalkbrei den Mauermörtel. Zur Bereitung des letzteren wird gebrannter Kalk in hölzernen oder eisernen Gefäfsen mit Wasser gelöscht, wobei er unter starker Erhitzung einen Brei bildet, der noch heifs in Gruben abgelassen wird. Diese Kalkgruben sind schon häufig die Ursachen schwerer Augenverletzungen, namentlich bei Kindern, geworden. In seinen ätzenden Eigenschaften übertrifft der Kalkbrei noch erheblich das Kalkwasser, aber auch den Mauermörtel, der teilweise aus den unlöslichen Substanzen SiO_2, $CaCO_3$ und Ca_2SiO_4 besteht, die chemisch indifferent sind und deshalb für das Auge nur als Fremdkörper in Betracht kommen. Beim Stehen an der Luft nimmt die Ätzwirkung des Kalkbreies infolge der Bildung von $CaCO_3$ schnell ab, noch schneller die des Mauermörtels, doch kann dieselbe selbst nach mehreren Wochen, wie ich beobachtete, unter Umständen noch stark genug sein, eine Kornea dauernd zu trüben. Die Angabe einiger Autoren aber, dafs der beim Abbrechen alter Mauern entstehende Staub, der ja nur von kohlensaurem und kieselsaurem Kalke gebildet wird, das Auge anätzen könne, ist ein Irrtum, der nur durch eine Verwechselung mit dem salpetersaurem Kalke, dem Mauersalpeter, erklärt werden kann.

Die Kalkmilch entsteht durch Übergiefsen von gebranntem Kalke mit der 4—5fachen Quantität Wasser oder durch Vermischen von Kalkbrei mit der geeigneten Wassermenge. Dieselbe findet in der Technik und namentlich als Anstrichmittel Verwendung. Sie enthält in der Regel 10—20 % ihres Gewichtes an Calciumhydrat und nimmt in ihrer Ätzwirkung und Gefährlichkeit die Mitte ein zwischen Kalkbrei und Kalkwasser. Verunreinigt ist dieselbe häufig mit für das Auge meist indifferenten Mineralfarben.

Wiener Kalk oder Polierkalk nennt man ein feines, weifses, bisweilen schwach rötliches Pulver (auch in Stücken), welches im Haushalte und in mancherlei Gewerben ausgedehntere Verwendung als Putz- und Poliermittel für Metalle findet. Er besteht im wesentlichen aus $^1/_4$ Bittererde und $^3/_4$ sandfreiem Ätzkalke, hat also die gleichen Eigenschaften, wie der letztere, nur sind dieselben durch den Bittererdegehalt etwas gemildert. Insbesondere löscht und erhitzt sich der Wiener Kalk mit Wasser, wirkt im Auge stark

ätzend und trübend und behält diese Eigenschaften ziemlich lange, wenn er trocken aufbewahrt wird.

Calciumsuperoxyd, CaO_2, wird aus Kalkhydrat durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd gewonnen und hat für das Auge dieselbe Wirkung wie der Ätzkalk, in den es sich unter Sauerstoffabgabe leicht verwandelt.

Chlorkalk oder Bleichkalk ist im wesentlichen ein Gemenge von Calciumhypochlorit und Calciumchlorid, $Ca(OCl)_2 . CaCl_2$. Das unreine Handelsprodukt enthält stets noch wechselnde Mengen von Kalkhydrat und 10—36 % Chlor. Durch Erwärmen, durch die Einwirkung des Sonnenlichtes, der Kohlensäure oder der Feuchtigkeit der Luft, durch Vermischen mit Wasser und durch längeres Aufbewahren zersetzt sich der Chlorkalk unter Abgabe von Cl oder O je nachdem in $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, $Ca(OCl)_2$, $Ca(O_3Cl)_2$ und HOCl, alles Substanzen, die mit Ausnahme des $CaCO_3$ für das Auge im höchsten Grade gefährlich sind.

Chlorcalcium, $CaCl_2$, bildet mit 6 Molekülen Krystallwasser ein farbloses, bei 200° C. ohne Wasserverlust schmelzbares Salz, welches seiner starken Hygroskopizität wegen mannigfache Verwendung findet. Bei Glühhitze wird dasselbe ganz wasserfrei und nimmt dann eine schwach alkalische Reaktion an, da sich in ihm unter Abscheidung von Chlorgas geringe Mengen von Ätzkalk bilden. Während das krystallisierte oder bei 200° C geschmolzene Präparat beim Auflösen in Wasser eine sehr starke Temperaturerniedrigung erzeugt, ist das Lösen des wasserfreien Chlorcalciums in Wasser mit einer beträchtlichen Erhitzung verbunden, die sich von der des Ätzkalkes nach meinen Versuchen dadurch unterscheidet, dafs sie nicht erst nach einiger Zeit, sondern sofort einsetzt und über 100° C. steigen kann, da Chlorcalciumlösungen je nach der Konzentration erst bei 110—130° C. sieden. Eine vollkommen gesättigte Chlorcalciumlösung enthält bei 15° C. etwa $^2/_3$ Trockensubstanz.

Wegen seiner Hygroskopizität, seiner leichten Löslichkeit und Diffusionsfähigkeit, wegen der starken Konzentration seiner Lösungen und wegen der beträchtlichen Temperaturerhöhung bezw. -verminderung beim Auflösen stellt das Chlorcalcium in Substanz wie in hinreichend konzentrierter Lösung eine sehr gefährliche Noxe für das Auge dar, mit der schwere Beschädigungen des Sehorganes auch schon wiederholt vorgekommen sind. Ob sich vielleicht auch aus anderen Calciumsalzen auf oder im Auge durch ihre Einwirkung auf die Chloride der Thränenflüssigkeit oder des Humor aqueus u. a. Chlorcalcium bilden kann, darauf werde ich weiter unten zurückzukommen Veranlassung haben.

Der Gips oder schwefelsaure Kalk, $CaSO_4$, kommt krystallinisch und amorph vor und findet in letzterer Form eine ausgedehnte Verwendung in manchen Gewerben, namentlich auch im Baugewerbe. Das Rohmaterial wird

längere Zeit bis auf 110—130° C. erhitzt, verliert dabei $^3/_4$ seines Krystallwassers und zeigt dann die Fähigkeit, mit etwa der $2^1/_2$fachen Menge Wasser einen dicken, plastischen Brei zu bilden, der ziemlich schnell zu einer festen Masse erstarrt. Noch schneller erfolgt die Erhärtung, wenn man statt des reinen Wassers Alaun- oder Pottasche-Lösung verwendet. Mit leimhaltigem Wasser erhärtet der Gips zwar langsamer, wird aber nachträglich sehr fest und findet in dieser Form unter dem Namen „Stuck“ eine häufige Verwendung. Ein Gemenge von $^2/_3$ Ätzkalk und $^1/_3$ Gips dient zum Innenverputz an Decken und Wänden und ein solches von 100 Teilen Ätzkalk auf 1.5 Teile Gips zeigt hydraulische Eigenschaften. Beim Vermischen des reinen Gipses mit Wasser steigt die Temperatur um 4—5° C.

In einer gröfseren Menge Wasser löst sich der Gips auf und zwar bei mittlerer Temperatur in etwa 400 Teilen, er ist also löslicher, wie das Kalkhydrat, welches dazu etwa 600 Teile Wasser bedarf. Da aber bei der chemischen Umwandlung 1 Teil Kalkhydrat 1.84 Teile Gips liefert, die zu ihrer Lösung 736 Teile Wasser nötig haben würden, so folgt daraus, dafs Schwefelsäure und stark konzentrierte Alkalisulfatlösungen aus konzentrierten Kalklösungen Gips ausfällen, dafs diese Fällung aber ausbleibt, wenn die Sulfatlösungen oder die Kalklösung einigermafsen verdünnt sind. Es ist dieser Umstand, wie wir sehen werden, von Wert für die Beurteilung der chemischen Natur der Kalktrübungen in der Hornhaut. Dasselbe gilt von den Thatsachen, dafs der Gips in absol. Alkohol ganz unlöslich ist, dafs er schon durch einen geringen Alkoholzusatz zum Wasser an Löslichkeit erheblich einbüfst, dafs er ferner in konzentriertem Glycerin ganz unlöslich ist, dafs aber Glycerin mit 50% und mehr Wasser den Gips ganz gut auflöst, dafs er sich insbesondere in der von Jores (307) angegebenen, von mir bei meinen Untersuchungen benutzten Formalinsalzlösung noch weit besser löst, wie in reinem Wasser, und dafs endlich auch sehr geringe Spuren von Gips durch oxalsaures Ammoniak leicht nachgewiesen werden können.

Als Fremdkörper oder als Kaustikum kommt der reine Gips aber, wie ich schon oben erwähnte, für das Auge nicht in Betracht. Nur die Zusätze, die dem Gipse bisweilen zu besonderem Zwecke gegeben werden, wie z. B. das Kalkhydrat, können ihrerseits auf das Sehorgan schädlich einwirken.

Calciumsulfit, schwefligsaurer Kalk, $CaSO_3$, und Calciumbisulfit, $CaH_2(SO_3)_2$, werden durch Einleiten von SO_2 in Kalkbrei bezw. Kalkmilch hergestellt und enthalten bisweilen noch ziemliche Mengen unzersetzten Kalkhydrates. Aber auch in reinem Zustande sind sie wegen ihrer Löslichkeit und starken Ätzwirkung für das Auge sehr gefährlich, und dasselbe gilt von dem Calciumhyposulfit, CaS_2O_3.

Calciumsulfid, CaS, ist ein grau-weifses Pulver, welches in dem unreinen Handelsprodukt neben $^2/_3$ CaS noch $^1/_3$ CaO enthält. Mit

Wasser verbindet sich dasselbe unter starker Temperaturerhöhung, ähnlich wie der Ätzkalk, und unter Bildung von Kalkhydrat und Calciumhydrosulfid, $Ca(SH)_2$, welches noch stärker ätzende Eigenschaften zeigt, wie das Calciumhydroxyd. Es sind deshalb das Calciumsulfid und -hydrosulfid sowohl in reinem Zustande, wie mit Ätzkalk oder Kalkhydrat verunreinigt, für das Sehorgan ebenso oder noch gefährlicher, wie die letztgenannten Substanzen. Auch die Calciumpolysulfide, die Kalkschwefelleber und das Schwefelantimon-Schwefelcalcium wirken, wenn auch schwächer, ätzend auf das Auge ein.

Der salpetersaure Kalk oder Mauersalpeter, $Ca(NO_3)_2$, findet sich in der Natur in grofsen Mengen in den sogenannten Salpeterplantagen und bildet sich ferner aus dem Kalke feuchter Wände durch Einwirkung von Ammoniakdünsten, also namentlich in Viehställen, aber auch in feuchten menschlichen Wohnungen. Er ist in Wasser leicht löslich und wirkt im Auge ähnlich wie die meisten anderen löslichen Calciumsalze, in der später noch zu beschreibenden Weise. Da er sich neben kohlensaurem und kieselsaurem Kalke bisweilen in beträchtlicher Menge in altem Gemäuer findet, so ist darauf wohl die gelegentlich beobachtete Ätzwirkung von altem Bauschutt auf das Auge zurückzuführen.

Von den 3 Arten des Calciumphosphates interessiert uns hier, da die anderen beiden in Wasser unlöslich sind, nur das primäre, einbasische oder zweifach-saure Calciumphosphat von der Formel $CaH_4(PO_4)_2$, welches in Wasser teils löslich ist, teils damit in unlösliches sekundäres Calciumphosphat und freie Phosphorsäure zerfällt. Sowohl in Lösung, wie durch seinen Gehalt an freier Phosphorsäure, kann dieses Salz eine erhebliche Beschädigung des Auges herbeiführen. Dasselbe gilt von dem Calciumsuperphosphat, auch kurzweg Superphosphat genannt, welches im wesentlichen aus einem Gemenge von Gips und primärem Calciumphosphat besteht, während das sogenannte präzipitierte Calciumphosphat keine löslichen Kalksalze oder freien Säuren enthält und deshalb, falls es nicht, wie das bisweilen vorkommt, mit Salzsäure oder Chlorcalcium verunreinigt ist, für das Auge nur die Rolle eines Fremdkörpers spielt.

Das Phosphatmehl wird aus der sogenannten Thomasschlacke durch Mahlen gewonnen. Die letztere entsteht bei dem Vorgange der Entphosphorung des Roheisens nach dem Verfahren von Thomas und Gilchrist, indem dem flüssigen Metalle im Convertor ein Zuschlag von stark erhitztem Ätzkalke gegeben wird. Die Thomasschlacke und das Phosphatmehl enthalten in der Hauptsache tertiäres Calciumphosphat und bis 20 % freien Ätzkalk. Das tertiäre Calciumphosphat ist zwar für sich allein in Wasser unlöslich, leichter löslich aber in Verbindung mit dem Ätzkalke. Dadurch, vorzugsweise aber durch den Ätzkalkgehalt, ist das Phosphatmehl imstande, auf das Auge eine stark ätzende Wirkung auszuüben.

Die Cemente und hydraulischen Kalke. Diese namentlich im Baugewerbe so vielfach angewandten Substanzen bestehen im wesentlichen aus kieselsaurer Thonerde und Ätzkalk, die innig mit einander gemischt und teilweise chemisch mehr oder minder fest verbunden sind. Die kieselsaure Thonerde mufs indessen geglüht sein, damit sie freie Kieselsäure enthält (Aufschliefsen der Thonerde). Alle die in Rede stehenden sehr mannigfaltigen Produkte, deren interessanter Chemismus, auf den ich hier nicht näher eingehen kann, noch teilweise kontrovers ist, haben die gemeinsame Eigenschaft, dafs sie mit und unter Wasser ziemlich schnell zu einer steinharten Masse erstarren. Deshalb finden sie Verwendung als „Wassermörtel", während die hauptsächlich nur aus Ätzkalk bestehenden Produkte als „Luftmörtel" dienen.

Unter den Cementen unterscheidet man 3 wesentlich verschiedene Gruppen: 1. die natürlichen Cemente (Trafs, Duckstein, Puzzuolanerde, Santorin etc.), 2. die Romancemente und die hydraulischen Kalke, 3. die Portlandcemente.

Die natürlichen Cemente bestehen nur aus kieselsaurer Thonerde, die schon in der Natur durch vulkanische Einflüsse geglüht, aufgeschlossen wurde. Sie enthalten gar keinen oder nur sehr wenig Kalk und müssen deshalb, um als Mörtelmaterial dienen zu können, erst mit Ätzkalk vermischt werden. Insofern sie dem letzteren zugesetzt werden, um den Kalkmörtel wasserbeständig zu machen, werden die natürlichen Cemente, deren Hauptvertreter der Trafs ist, auch als „hydraulische Zuschläge" bezeichnet.

Die Romancemente sind künstlich geglühte kieselsaure Thonerde mit Ätzkalk. Entweder enthält das Rohmaterial schon hinreichende Kalkmengen oder es wird dem kieselsauren Thone vor dem Brennen die geeignete Menge kohlensauren Kalkes oder nach dem Brennen eine solche von Ätzkalk beigemischt. Überwiegt in dem Rohmateriale der kohlensaure Kalk, so enthält das gebrannte Produkt neben Romancement immer mehr oder minder grofse Mengen von freiem bezw. überschüssigem Ätzkalke. Es findet sich so eine kontinuierliche Reihe von Zwischenprodukten mit steigendem Kalkgehalte zwischen dem reinen Romancemente und dem thonfreien Ätzkalke, welche man hydraulische Kalke oder auch wohl Wasserkalke nennt. Dieselben nähern sich in ihren Eigenschaften, je nach ihrem Gehalte an freiem Calciumoxyd, mehr dem Cemente oder mehr dem Ätzkalke.

Da die geglühte oder noch ungeglühte kieselsaure Thonerde für das Auge nur als Fremdkörper in Betracht kommen kann, so hängt die Gefährlichkeit der Cemente wesentlich von ihrem Gehalte an ungebundenem Ätzkalke ab. Während deshalb die unvermischten natürlichen Cemente ganz ungefährlich sind, wenigstens soweit es sich um die Gefahr einer Verätzung handelt, steigt die letztere bei den Romancementen und hydraulischen Kalken adäquat ihrem Ätzkalkgehalte. In demselben Verhältnisse steigt und sinkt

auch die beim Löschen dieser Cemente und Kalke mit Wasser zu beobachtende maximale Temperatur. Ein hydraulischer Kalk von Stolberg erwärmte sich beispielsweise innerhalb 15 Minuten mit Wasser noch bis auf 71° C.

Im Gegensatze dazu sollen sich die Portlandcemente, die in ähnlicher Weise wie die Romancemente durch Glühen von kieselsaurem Thone mit kohlensaurem Kalke gewonnen werden, beim Vermischen mit Wasser nicht mehr oder kaum noch erhitzen. Man nimmt deshalb an, dafs die Portlandcemente nicht mehr freien Ätzkalk, sondern ein festgebundenes Aluminium-Calcium-Doppelsilikat führen. In der That fand ich, dafs die Temperatursteigerung, die ich beim Löschen einer Reihe von Cementen verschiedener Provenienz beobachten konnte, nur 2—4° C. betrug, aber auch, dafs trotzdem die aus allen Portlandcementen genommenen wässrigen Auszüge in kurzer Zeit einen ebenso hohen Gehalt an Kalkhydrat bekommen hatten, wie das konzentrierte Kalkwasser. Es enthalten also auch die Portlandcemente wohl immer noch wenigstens zu einer starken Ätzung hinreichende Mengen von freiem oder doch sehr locker gebundenem Ätzkalke, und in Übereinstimmung mit dieser Annahme habe ich sowohl in dem früher (311) von mir mitgeteilten Falle einer Cementverletzung, wie bei meinen Versuchen an lebenden und toten Augen, mit Portlandcement schwere Beschädigungen des Sehorganes beobachtet, die sich auch graduierlich von den durch Romancement, hydraulischen Kalk, gelöschten Kalk oder Ätzkalk erzeugten kaum unterschieden.

Je nach dem Zwecke ihrer Verwendung werden den verschiedenen Cementen nicht selten allerlei Beimengungen gegeben, so Gips, Sand, hydraulischer Kalk, Hochofenschlackenmehl u. s. w., die dann gelegentlich die Gefahren des Cementes für das Auge noch steigern können. Aufserdem giebt es noch eine Anzahl anderer cementartiger Substanzen, die den Namen Cement mit mehr oder minder grofsem Rechte führen. Auf dieselben hier näher einzugehen würde uns zu weit führen. Im allgemeinen zeigen sie, namentlich mit Rücksicht auf die Gefährlichkeit für das Auge, ähnliche Eigenschaften, wie die vorgenannten Cemente.

Man mufs sich wundern, dafs bei der relativen Gefährlichkeit der meisten Cemente und bei ihrer häufigen Verwendung im Baugewerbe über Verletzungen der Augen mit ihnen in der Litteratur sich so zu sagen gar nichts findet. Wie es scheint, sind solche Fälle fast immer nur als Kalkverletzungen behandelt und gelegentlich beschrieben worden. In der Regel erfolgt die Cementverletzung wohl durch Cementbrei, während eine solche durch trockenen Cementstaub, wie ich sie früher (311) beschrieben habe, zu den selteneren Vorkommnissen zählen dürfte. Der in Cement- und anderen Fabriken in der Luft suspendierte Cementstaub scheint für die Respirationsorgane gefährlicher zu sein, wie für die Augen, wie das ja auch vom Thomasphosphatmehl

bekannt ist. So waren in der dem Bonner Bergwerks- und Hütten-Aktien-Verein gehörenden Cementfabrik bei Oberkassel

im Jahre	1893	bei	405	Arbeitern	(434	Erkrankungen)	nur	4	Fälle,
„ „	1894	„	368	„	(378	„)	„	4	„
„ „	1895	„	353	„	(339	„)	„	6	„
„ „	1896	„	356	„	(247	„)	„	2	„

von Augen-Erkrankungen überhaupt vorgekommen. Bei diesen insgesamt 16 Fällen handelte es sich in 2 um Katarakt und nur in 7 mit einiger Wahrscheinlichkeit um die Folgen der andauernden Einwirkung des staubförmigen Cementes.

Das Schlackenmehl, gewonnen durch Mahlen der Hochofenschlacke, besteht im wesentlichen aus Ätzkalk, Thonerde und Kieselsäure. Es besitzt ähnliche, nur schwächere hydraulische Eigenschaften, wie die Cemente, denen es auch wohl absichtlich oder in betrügerischer Absicht zugesetzt wird. Für das Auge ist es gefährlich wegen seines Ätzkalkgehaltes.

Organische Kalksalze sind die Verbindungen organischer Säuren mit Kalkerde. Von denselben interessieren uns hier nur die in Wasser löslichen, wie der milchsaure, essigsaure und citronensaure Kalk, die in Substanz und in Lösung dem Auge ebenso gefährlich werden können, wie das Chlorcalcium.

Eine besondere Erwähnung verdient der Zuckerkalk, eine in ihrer chemischen Konstitution noch nicht sicher aufgeklärte Verbindung von Kalkerde bezw. Kalkhydrat mit Rohrzucker. Nach Hager (l. c. p. 674) wird dieselbe gewonnen durch Lösen von 10 Teilen Kalkhydrat und 30 Teilen Rohrzucker in 120 Teilen Wasser. Ich selbst habe aber auf 30 Teile Rohrzucker immer nur etwa 5 Teile $Ca(OH)_2$ lösen können. Der Zuckerkalk stellt eine gelblich-graue, in kompaktem Zustande sehr harte, mit etwas Wasser stark klebende Masse dar, die sich in etwa 12 Teilen reinen Wassers, leichter in zuckerhaltigem, löst. In Substanz wie in Lösung wirkt der Zuckerkalk stark ätzend auf das Auge ein.

Der Caseïnkalk ist ein Gemenge (eine Verbindung?) von geronnener Milch mit Kalkhydrat, das im Baugewerbe gelegentlich, namentlich zum Befestigen von Wandplatten, als Anstrichmittel u. dergl., Verwendung findet und in frischem Zustande stark ätzende Eigenschaften zeigt.

Der Albuminkalk oder das Calciumalbuminat (nicht zu verwechseln mit dem aus einer Verbindung von Thonerde mit Ätzkalk bestehenden Calciumaluminat) ist eine weifse, flockige Substanz, die bei der Einwirkung löslicher Kalksalze auf Eiweifs entsteht. Überschichtet man frisches Hühnereiweifs in einem Reagenzglase vorsichtig mit Kalkwasser, in einem anderen ebenso mit destilliertem Wasser, so bildet sich in beiden Fällen eine weifse, scheibenförmige Trübung an der Berührungsfläche der betreffenden Flüssig-

keiten. Eine ähnliche Trübung zeigt sich auch, wenn man statt des Kalkwassers eine starke Chlorcalciumlösung nimmt, die sich dabei als spezifisch schwerer in dem Hühnereiweifs zu Boden senkt. Während nun aber die zwischen Wasser und Eiweifs entstandene Trübung auch nach mehreren Stunden nicht merklich zugenommen hat, wächst dieselbe in den beiden anderen Reagenzgläsern, in dem Kalkwasser nach unten, in der Chlorcalciumlösung nach oben, in Form von Fäden und Wolken, welche nach und nach die ganze Eiweifsschicht in eine weifsliche, flockige Masse verwandeln, während die Wasserschicht successive kalkärmer wird. Es handelt sich dabei augenscheinlich um die Bildung einer chemischen Verbindung von Calcium mit Eiweifs bezw. Eiweifsbestandteilen.

Nach Moleschott (Physiologie d. Nahrungsmittel, 2. Aufl., p. 249) besteht das Hühnereiweifs aus:

85.75% Wasser,
12.78 „ Stickstoffsubstanz,
0.25 „ Fett,
0.77 „ stickstofffreien Extraktivstoffen,
0.61 „ Asche (nach König 0.59%).

Das Hühnereiweifs hat also von allen animalischen Nahrungsmitteln den niedrigsten Gehalt an Fett und an Asche, fast den höchsten an Wasser und einen mittleren an stickstoffhaltiger Substanz. Von den etwa 0.6% Salzen besteht der weitaus gröfste Teil, annähernd 0.5%, aus Chlornatrium, der Rest aus kohlensauren, phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien, alkalischen Erden und Erden. Es ist darnach das Hühnereiweifs eine ungefähr konzentrierte, wässerige Albuminlösung mit $^1/_2$% Kochsalz und geringen Mengen anderer Salze, sowie mit 1% Fett und Extraktivstoffen, von welchen Bestandteilen die zuletzt genannten hier nicht in Betracht kommen. Bei dem voluminösen Niederschlage, den lösliche Ca-salze mit Hühnereiweifs bilden, kann es sich also nur handeln um eine chemische Verbindung von Calcium einerseits mit Albumin, Chlornatrium oder den übrigen Salzen andererseits. Mit Chlornatrium geben aber die Calciumsalzlösungen selbstredend niemals Niederschläge und die anderen Eiweifssalze, unter denen das kohlensaure Natron die Hauptrolle spielt, sind nur so minimal vertreten, dafs sie die starke Fällung nicht oder doch nur zu einem kleinen Teile verursachen können. Es bleibt deshalb wohl nur die Annahme möglich, dafs der Niederschlag in seiner Hauptmasse aus einer Verbindung von Calcium mit Albumin, aus Calciumalbuminat, besteht, dem noch geringe Mengen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke beigemengt sind. Dieses Calciumalbuminat ist in Wasser, Salzsäure, Citronensäure und Weinsäure unlöslich, in Essigsäure etwas löslich und wird von Schwefelsäure und Ätzalkalien unter Ausscheidung von Gips bezw. Kalkhydrat zerstört. Die Angabe Stroschein's (254), dafs das Calciumalbuminat in Wasser löslich sei, beruht auf einem Irrtume.

Steinmann (206) erhielt bei der Einwirkung von konzentrierter Chlorcalciumlösung auf Hühnereiweifs kugelige Körper, welche nach ihm aus kohlensaurem Kalke bestanden, obschon er kein kohlensaures Alkali, wie das vor ihm von Harting geschehen war, zugesetzt hatte. Er erklärt daraus, durch Einwirkung von Chlorcalcium auf die Eiweifssubstanz tierischer Gewebe, die Entstehung der Coccolithen der Meeresabsätze, der Kreide und vieler organischer Kalkgebilde, so namentlich auch der Molluskenschalen. Diese Fähigkeit, aus Chlorcalcium und anderen löslichen Kalksalzen kohlensauren Kalk niederzuschlagen, kommt aber dem frischen, lebenden Eiweifse nicht zu, sondern nur dem „aus dem Lebensprozesse ausgeschalteten", und es war das Eiweifs, welches Steinmann zu seinen Versuchen benutzte, augenscheinlich nicht mehr frisch genug, sondern enthielt bereits kohlensaures Alkali, ohne dafs er es noch besonders zuzusetzen brauchte. Es geht das aus seiner eigenen Angabe, dafs das Eiweifs schwach alkalisch reagiert habe, und aus der Erklärung Baumann's zu den Steinmann'schen Versuchen hervor, nach welcher Eiweifs durch fermentative Prozesse kohlensaures Ammoniak und dieses mit Chlorcalcium kohlensauren Kalk bilde. Es mufs also zur Erzeugung des letzteren das Eiweifs schon in Zersetzung begriffen sein, während frisches Eiweifs mit löslichen Kalksalzen nur Calciumalbuminat liefern kann.

II. Die von den Calciumverbindungen im allgemeinen für das Sehorgan zu befürchtenden Gefahren.

Die Calciumverbindungen, von denen ich die wichtigeren im Vorstehenden geschildert habe, was mit Rücksicht auf den Zweck dieser Arbeit teilweise etwas eingehender geschehen musste, finden im täglichen Leben, in vielen Gewerben und in der Technik eine ausgedehnte und mannigfache Verwendung, so in erster Reihe im Baugewerbe als Luft- und Wassermörtel, als Verputzmaterial und Anstrichmittel, im Haushalte zu Reinigungs- und Desinfektionszwecken, in der Landwirtschaft als Düngemittel, in chemischen Fabriken, Gasfabriken, Bierbrauereien, Zuckerfabriken, in Eisenhütten, in der Bleicherei, Färberei, Gerberei u. s. w. Dementsprechend ist in allen Kulturländern eine aufserordentlich grofse Anzahl von Personen dauernd oder vorübergehend mit der Fabrikation oder mit der Verarbeitung der Calciumverbindungen beschäftigt, z. B. im Jahre 1895 allein in Deutschland über 15,000 Personen nur mit der Herstellung von Trafs und Cement und nach Hoppe (306) in demselben Jahre in Rheinland und Westfalen etwa 130,000 Personen im Baugewerbe. In allen den vorerwähnten Betrieben, in denen Calciumverbindungen zur Verwendung gelangen, ist die Möglichkeit einer Beschädigung des Sehorganes mit denselben geboten, sei es durch einen Betriebsunfall oder durch eigenes oder fremdes Verschulden. In manchen Betrieben läfst sich die Gefahr überhaupt nicht vermeiden, in anderen wird sie durch die Unwissenheit und Sorglosigkeit der Betreffenden vermehrt, und wenn auch glücklicherweise in den meisten die Verletzungen des Auges mit Calciumverbindungen relativ selten sind, so kommen solche Verletzungen doch bei der grofsen Schar der von ihnen Bedrohten immer noch häufig genug vor.

Das Hauptkontingent zu denselben stellen, was Häufigkeit sowohl, wie Schwere angeht, die Verletzungen mit Ätzkalk, gelöschtem Kalk, Mauermörtel und Kalkmilch. Homburg (129) fand unter den von Oktober 1869

bis Ende 1882 in der Hirschberg'schen Augenklinik stationär behandelten 519 Augenverletzungen 70 Fälle von Verbrennungen und unter diesen wieder 14 von „Kalkverbrennungen", von denen 5 auf gelöschten Kalk, 3 auf Kalkmörtel, 3 auf sich löschenden Kalk und je 1 auf Sturz in eine Kalkgrube, auf Cement und auf Putzkalk zurückzuführen waren, und Hoppe (306) fand von Ende 1885 bis Ende 1894 bei der Rheinisch-Westfälischen Baugewerks-Berufsgenossenschaft unter 282 Augenverletzungen 64 durch Verputzarbeit an Decken und Wänden, 26 durch Kalktransport und 19 bei der Mörtel- und Kalkbereitung entstandene, insgesamt auf etwa 6500 Versicherte jährlich 1 schwere Kalkverletzung. In Wirklichkeit sind die Kalkverletzungen aber noch viel häufiger, als wie diese Zahlen vermuten lassen, da Homburg die ambulanten Fälle und Hoppe diejenigen gar nicht mitgerechnet hat, in denen vor Ablauf der 13. Woche die Erwerbsfähigkeit bereits wieder eingetreten war. Es handelt sich bei beiden also nur um die schwereren Fälle, während die mittleren und leichten, von denen manche ja überhaupt nicht Gegenstand ärztlicher Behandlung werden, gar nicht mitgerechnet sind.

Wenn nun auch die meisten Verletzungen des Sehorganes mit Calciumverbindungen durch Kalk im engeren Sinne erzeugt werden, so kommen sie doch sicherlich auch durch andere dieser Verbindungen zu stande. Die Angaben, die ich darüber in der Litteratur finde, sind zwar sehr spärlich, doch mufs man erwägen, dafs bei weitem nicht alle solche vereinzelte Fälle publiziert werden und dafs sie wohl vielfach kurzweg mit den eigentlichen Kalkverletzungen zusammengeworfen und als solche bezeichnet wurden, wie denn auch zweifellos unter den Fällen Hoppe's eine Anzahl auf Cement, Stuck und dergl. zurückzuführen sein dürften. Aber auch mit den nicht im Baugewerbe benutzten Calciumverbindungen sind gewifs schon Augenverletzungen herbeigeführt worden oder können doch herbeigeführt werden, da manche von diesen Verbindungen eine ausgedehnte Verwendung finden und Eigenschaften besitzen, die sie insbesondere für das Sehorgan ebenso bedrohlich erscheinen lassen, wie den Ätzkalk, den Kalkbrei u. dergl.

Die Gefahr nun, welche die Calciumverbindungen für das Auge in sich bergen, kann eine zweifache sein. Einmal können dieselben, wie andere Fremdkörper, die vorderen Augenmembranen durchbohrend, also durch eine primäre Kontinuitätstrennung, mehr oder minder tief in das Auge eindringen, oder sie können auf den Augenlidern oder auf dem Bulbus zunächst Halt machen und dort kraft ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften eine deletäre Wirkung entfalten, die sich dann sekundär auch auf das Augeninnere fortpflanzen kann. Ob das Eine oder das Andere eintreten wird, hängt von der Konsistenz des schädigenden Agens, von der Kraft, mit der es auf das Auge gelangt und von zufälligen Nebenumständen ab.

Der erstere Fall, dafs die Calciumverbindung eine perforierende Wunde setzt und durch dieselbe direkt in das Augeninnere eindringt, wird bei weitem der seltenere sein, da die in Rede stehenden Agentien meist von geringer Härte sind und meist nicht mit hinreichend grofser Gewalt das Auge treffen. Am ehesten wird er noch vorkommen können, von böswilliger Roheit abgesehen, in Kalksteinbrüchen, beim Zerkleinern von ungebranntem oder gebranntem Kalk oder von wasserfreiem Chlorcalcium, bei den gelegentlichen Explosionen von Chlorkalkstandgefäfsen oder endlich bei dem namentlich von Kindern nicht so selten ausgeführten Löschen von Ätzkalk in einer geschlossenen Flasche. In den beiden letztgenannten Fällen kann der Chlorkalk bezw. der Ätzkalk auch mit den Splittern des explodierenden Gefäfses in das Auge eindringen (292). Auch die von Randolph (297) beobachteten 65 Fälle, in denen bei Arbeitern, die an der Küste von Maryland mit dem Öffnen von Austernschalen beschäftigt waren, kleinste Schalenstückchen, aus etwa 90% kohlensaurem Kalk bestehend, in die Kornea eingedrungen waren und dort neben kleinen Wunden entzündliche Infiltrationen mit starken Reizerscheinungen erzeugt hatten, gehören hierhin. Eine ähnliche Affektion beschrieb auch schon Mc Dowell (105) als Oyster shuckers' Corneitis, von der er in einem Jahre 40—50 Fälle beobachtet haben will.

Welche Wirkungen solche in das Augeninnere eingedrungene Calciumverbindungen ausüben werden, hängt natürlich von mancherlei Umständen ab, zunächst, wie bei allen perforierenden Fremdkörpern, von der Tiefe ihres Eindringens, von etwa ihnen anhaftenden Infektionskeimen, dann aber auch von ihrer chemischen Natur, die um so eher zu einer vollständigen Zerstörung des Bulbus führen kann, als die meisten dieser Kalksalze chemisch keineswegs indifferent sind, im Innern des Auges noch weit weniger, wie auf dem Bulbus, und dort wegen ihres Sitzes meist nie rechtzeitig entfernt oder unschädlich gemacht werden können.

In der Mehrzahl der Fälle wird sich indessen der Angriff der Calciumverbindungen zunächst auf die Oberfläche der äufseren Lidhaut, auf die Konjunktiva oder auf die Kornea beschränken, in der Regel jedoch alle drei zugleich treffen und nur in seltenen glücklichen Fällen, wie in einem der von mir (311) mitgeteilten, allein das äufsere Lid, dessen Verletzungen mit Kalk etc. indessen von so geringer Bedeutung für das Sehorgan als solches sind und so wenig Besonderheiten bieten, dafs wir sie hier füglich übergehen können. Wesentlich anders liegt die Sache bei der Konjunktiva und der Kornea, die von den Augenmembranen diejenigen sind, die in erster Reihe den Angriff der durch die Lidspalte eindringenden Calciumsalze auszuhalten haben, und die dabei zwar in fast allen Fällen gleichzeitig, aber keineswegs immer in gleichem Mafse, mehr oder minder erheblich beschädigt werden können. Ich werde auf das klinische Bild der durch Kalk etc. beschädigten

Bindehaut und Hornhaut weiter unten in einem besonderen Abschnitte noch eingehender zurückkommen und wir werden dann sehen, dafs die Verletzungen der beiden Membranen bei der Gleichheit des schädigenden Agens zwar in histologischer Beziehung manche Ähnlichkeit bieten, dafs sie aber quoad functionem einen ganz wesentlich verschiedenen Wert haben und zwar zu Ungunsten der Kornea, die, auch wenn sie dabei nicht zu Grunde geht, doch in ihrer Transparenz und Form Änderungen erfahren kann, die zu einer mehr oder minder vollkommenen Aufhebung des physikalischen Teiles des Sehaktes führen müssen, während die Konjunktivalverletzungen meistens nicht sowohl eine Beschädigung des optischen Augenapparates als solchen zur Folge haben, sondern im wesentlichen nur Hindernisse für die Verwendung desselben, insbesondere für seine Beweglichkeit, schaffen und auch für die operative Behandlung viel eher Erfolg versprechen, wie die Kalkverletzungen der Hornhaut. Es sind also die letzteren für den Patienten sowohl wie für den Arzt von ungleich gröfserer Wichtigkeit, und ich werde dieselben vorzugsweise im Auge haben, wenn ich jetzt an der Hand der im vorhergehenden Abschnitte geschilderten chemischen und physikalischen Eigenschaften der Calciumverbindungen die Gefahren im Zusammenhange bespreche, welche jene, abgesehen von den bereits erwähnten rein mechanischen Verletzungen (mehr oder minder perforierenden Wunden), für die vorderen Augenmembranen in sich bergen.

Die Beschädigungen, welche diese durch Kalk und ähnliche Präparate erleiden können, bestehen in der Hauptsache in einer Zerstörung oder Auflockerung des normalen Gewebes, in einer Einlagerung von noch näher zu besprechenden Calciumverbindungen in dasselbe, in einer reaktiven Entzündung mit sekundärer Infiltration und endlich eventuell in einer Narbenbildung, welche, wie bereits erwähnt, bei der Konjunktiva zu Beweglichkeitsstörungen, bei der Kornea meist zu dauernden Funktionsstörungen führt. In welchem Grade und in welcher Ausdehnung diese Membranen beschädigt werden — es kommen da alle Formen von kaum merklicher Verletzung des Epithels bis zu vollständiger Zerstörung der äufseren Augenhäute und schliefslich des ganzen Bulbus vor — hängt in erster Reihe von mancherlei rein zufälligen Nebenumständen ab, dann aber auch von dem Orte der Verletzung, von der etwa vorhandenen geringeren Resistenz der betroffenen Partie, von der Menge, Konzentration und Temperatur des schädigenden Agens, von der Dauer seiner Einwirkung auf das Auge, von der Wahl der ersten therapeutischen Mafsnahmen u. s. w., vor allem aber auch von den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materia peccans.

Der Zustand zunächst, in welchem die Calciumverbindungen in das Auge gelangen können, kann ein dreifacher sein, der einer trockenen Substanz (meist eines mehr oder minder feinen Pulvers), der einer brei-

artigen Masse oder der einer wässrigen Lösung. Im grofsen und ganzen ist ihre Wirkung dem Wesen nach von diesem Zustande unabhängig, aber doch meist je nach demselben graduierlich verschieden. So erzeugen trockenes Kalkhydrat, Kalkbrei, Kalkmilch und Kalkwasser zwar dieselben Trübungen in der Hornhaut, es treten aber die letzteren beim Kalkbrei am schnellsten und intensivsten auf, beim Kalkwasser erst nach längerer Zeit und manchmal kaum merklich. Im allgemeinen kann man sagen, dafs die breiartigen Präparate am stärksten, die trockenen nicht ganz so stark, die Lösungen meist ziemlich schwach in ihrer Wirkung auf die Augenmembranen sind. Theoretisch müfste man umgekehrt annehmen, dafs die Lösungen am intensivsten schädigen würden, da ja die Calciumverbindungen naturgemäfs erst dann anfangen können, auf die Gewebe verändernd einzuwirken, wenn sie in Lösungen übergegangen sind, doch erklärt sich der wirkliche Thatbestand dadurch, dafs die meisten Calciumverbindungen nur in beschränktem Mafse in Wasser löslich sind, also meist nur schwache Lösungen bilden, die ihren Salzgehalt sehr bald durch Abgabe an die Gewebe vollständig erschöpfen, dafs von diesen Lösungen der räumlichen Verhältnisse wegen und aus physikalischen Gründen immer nur sehr geringe Mengen auf die Konjunktiva und Kornea gelangen können und dafs auch diese kleinen Mengen stets schnell von der infolge des Reizes in stärkerem Mafse secernierten Thränenflüssigkeit fortgespült werden, während die breiförmigen Calciumverbindungen in erheblicher Menge, namentlich an der Konjunktiva palpebrarum et bulbi, fest haften bleiben, trotz der Thränensekretion, und dort stets neue konzentrierte Lösungen bilden, gerade durch Vermittlung der Thränenflüssigkeit, da, wie wir oben sahen, beispielsweise das Kalkhydrat sich sehr schnell in Wasser bis zur vollständigen Konzentration löst. Die Wirkung der Calciumsalzlösungen ist also nur eine momentane und schwache, die der breiartigen Präparate dagegen eine starke und nachhaltige, stets sofort einsetzende und gegebenen Falles tagelang andauernde. Die ganz trockenen Calciumverbindungen wirken in der Regel weniger schnell, wie die feuchten, weil sie zunächst für sich eine chemische Aktion nicht einleiten können und weil die Thränenflüssigkeit, über den am Bulbus meist fest haftenden Fremdkörper (fast alle Calciumpräparate haben ein starkes Adhäsionsvermögen auch an sehr glatten Flächen, wenn diese nur etwas feucht sind) hinwegfliefsend, erst einer gewissen Zeit bedarf, ehe sie bis zu den dem Augapfel oder der Konjunktiva palpebr. unmittelbar aufliegenden Partien des Ätzmittels durchdringen kann. Bestreut man z. B. zwei oberflächlich abgetrocknete Bulbi mit trockenem Kalkhydratpulver und hält den einen trocken, während man den anderen mäfsig befeuchtet, so ist bei dem letzteren die Ätzwirkung stets eine viel schnellere und intensivere, wie bei dem ersteren. Ist aber einmal die ganze Masse bis zur Oberfläche des Bulbus

hinreichend angefeuchtet, was ja beim lebenden Auge nicht allzu lange dauert, so unterscheidet sich die Wirkung der ursprünglich trockenen Präparate in nichts mehr von der der von vorneherein feuchten, ja in einigen, glücklicherweise seltenen Fällen kann sie jene sogar noch übertreffen, da sich dann, wie wir gleich sehen werden, der chemischen Aktion noch physikalische Momente hinzugesellen können, die ihrerseits ebenfalls eine zerstörende Wirkung ausüben.

Abgesehen von der durch den Wassergehalt bezw. Aggregatzustand und (bei Lösungen) durch die Konzentration bedingten Intensitätsverschiedenheit zeigt sich aber die Wirkung der Calciumverbindungen auf die vorderen Augenmembranen auch noch je nach den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Präparates in ganz verschiedenen Formen, von denen meist mehrere zugleich bei demselben Agens auftreten. Ich konnte mich davon überzeugen, als ich die Wirkungsweise fast sämtlicher, im vorhergehenden Abschnitte angeführten Calciumverbindungen auf den Bulbus in zahlreichen, durch Wiederholungen und Abänderungen sicher gestellten Versuchen einzeln prüfte und des Vergleiches wegen entsprechende Versuche mit Baryt- und Strontianverbindungen, mit Ätzalkalien, Mineralsäuren, Zuckerlösung, Glycerin, Sodalauge, doppeltkohlensaurem Natron, Magnesiumsulfat, Argentum nitricum u. a. anstellte.

Bei den Calciumsalzen lassen sich im allgemeinen unterscheiden: 1. eine einfache Fremdkörperwirkung ohne oder mit direkter Gewebszerstörung und 2. eine physikalische oder chemische Veränderung der Gewebe, die wieder bedingt sein kann: a) durch hygroskopische Wasserentziehung, b) durch thermische Austrocknung und Verbrennung, c) durch chemische Auflockerung der Gewebe mit Zerstörung von Gewebselementen und d) durch Eindringen von Calciumsalzen in die Gewebe mit Präcipitation der ursprünglichen oder einer neu gebildeten Substanz. An alle diese verschiedenen Formen schliefst sich beim lebenden Auge meist sehr schnell eine reaktive Entzündung in den benachbarten, nicht unmittelbar betroffenen Gewebepartien an, die in der Kornea zu ausgedehnter und dichter Infiltration führen kann. Durchweg wirken die trockenen Präparate mehr als Fremdkörper, durch Wasserentziehung und gelegentlich durch Verbrennung, die breiartigen durch Ätzung und Imprägnation, die flüssigen meist nur durch Imprägnation, da die ätzenden unter ihnen nur einen geringen Gehalt, die hochgradigen aber keinen eigentlich ätzenden Charakter besitzen. Dafs sich indessen an die Wirkung der trockenen Präparate im lebenden Auge schon sehr bald die der feuchten anschliefst, wodurch sich gelegentlich Auftrocknung, Verbrennung, Ätzung und Imprägnation komplizieren können, haben wir schon oben gesehen. Es gelten deshalb mit einigem Rechte

manche trockene Calciumverbindungen als besonders gefahrdrohend für das Auge, Lösungen aber vielfach für so unbedenklich, dafs z. B. Kalkwasser, wie schon erwähnt, sogar zu Instillationen empfohlen und gebraucht wurde. Beides trifft aber keineswegs allgemein zu. Vielmehr zeigt es sich, dafs die Wirkungsweise je nach dem Präparate eine sehr verschiedene sein kann, dafs das eine Präparat sehr schnell und stark, das andere kaum wirkt, dafs bei dem einen die Lösung schon stärker wirkt, wie bei dem anderen der Brei u. s. f. Manche Präparate zeigen eine sehr gefährliche Tendenz, einige wenige erweisen sich als ganz unschädlich, und die Lösungen wirken unter normalen Verhältnissen nur dann, wenn der Bulbus längere Zeit mit ihnen in Berührung bleibt, wenn sie sehr konzentriert sind oder wenn sie immer wieder erneuert werden.

Eines ergab sich aber bei meinen Versuchen mit Sicherheit, dafs nämlich bei allen Calciumverbindungen, soweit sie eine ätzende Wirkung entfalten, das schliefsliche Endresultat doch wieder nur graduierlich verschieden ist und im wesentlichen immer auf dasselbe hinausläuft, bei der Konjunktiva auf eine Gewebezerstörung, bei der Kornea aufserdem noch auf eine Beeinträchtigung der Transparenz, hervorgerufen durch cirkumskripte oder mehr diffuse Einlagerungen einer eigentümlichen, weifslichen, in dickeren Schichten schwach gelblichen, feinkörnigen Substanz, einer Calciumverbindung, auf deren mikroskopisches Bild und chemische Natur ich noch weiter unten zurückkommen werde. Ähnliche Einlagerungen entstehen auch in der Bindehaut; da sie aber von denen der Kornea chemisch und mikroskopisch nicht abweichen und da die Beschädigungen der Konjunktiva überhaupt zwar von klinischem Interesse, aber für die eigentliche optische Funktion des Auges von geringerer Bedeutung sind, so habe ich meine Untersuchungen bei den meisten Präparaten auf ihre Einwirkung auf die so wichtige Hornhaut beschränkt. Auch die bereits von DE GOUVÊA (60) und DE BOVIS (231) nach Kalkverletzungen beobachteten Inkrustationen der Sklera und der äufseren Augenmuskeln bieten kein besonderes chemisches oder mikroskopisches Interesse und können deshalb hier vorläufig übergangen werden.

Anfänglich habe ich alle Versuche an den Augen lebender Kaninchen angestellt, da ich wohl annehmen durfte, wie das auch DE GOUVÊA (60) that, der mit lebenden Kaninchen und Hunden experimentierte, dafs die dabei auftretenden Erscheinungen nicht wesentlich von denen am lebenden menschlichen Auge abweichen würden. Zahlreiche Parallelversuche zeigten mir aber schon bald, dafs auch die enukleïerten Bulbi frisch geschlachteter Schweine sich nicht allein ebenso gut dazu verwenden liefsen, sondern sogar noch manche Vorteile boten. Die durch die Calciumverbindungen an der Hornhaut verursachten primären Veränderungen waren bei geeignetem Verfahren in ihren einzelnen Phasen und in ihrem Endresultate bei den toten Schweins-

augen genau dieselben, wie bei den lebenden Kaninchenaugen [1]). Nur war der Verlauf im allgemeinen bei den ersteren ein etwas langsamerer und hatte naturgemäfs nicht die sekundären entzündlichen Erscheinungen im Gefolge, wie sie bei den lebenden Augen schon bald nach der primären Wirkung auftreten. Es schien mir das aber gerade ein Vorzug zu sein, denn infolgedessen waren die Erscheinungen der primären, im wesentlichen chemischen Veränderungen viel reiner, liefsen sich in ihrem Verlaufe viel besser verfolgen und in ihrer Intensität und Lokalisation beliebig variieren. Ich habe deshalb und weil das Material viel besser und zu jeder Zeit zu beschaffen war, weil sich damit eine gröfsere Reihe von Versuchen gleichzeitig und nebeneinander anstellen liefs und weil endlich eine Anzahl wichtiger Aufschlüsse überhaupt nur an totem Materiale gewonnen werden konnte, meine Untersuchungen, soweit sie die Kornea betrafen, späterhin vorzugsweise an frisch toten Schweinsaugen gemacht und nur gelegentlich wieder lebende Augen zu Kontrollversuchen benutzt. Soweit sich da noch Unterschiede herausstellten, habe ich dieselben natürlich im folgenden besonders erwähnt, doch beruhten diese Unterschiede, von dem Ausbleiben der sekundären Infiltration abgesehen, fast ausschliefslich auf dem Fehlen des Lidschlages und der Thränensekretion, waren also meist unwesentliche, da die lebende Kornea mit ihrer trägen und unbedeutenden Säftecirkulation sich chemisch und physiologisch von der frisch toten, vor Auftrocknung und Verletzung geschützten, kaum unterscheidet. Dafs indessen die Wirkung der Calciumverbindungen auf die Lider und die Konjunktiva, sowie das klinische Bild und die Folgeerscheinungen nur an lebenden Augen beobachtet werden können und beobachtet wurden, ist selbstverständlich.

Was nun zunächst die oben erwähnte Fremdkörperwirkung angeht, so kommt dabei der Umstand in Betracht, dafs manche der in Rede stehenden Präparate, wie der kohlensaure Kalk, der Ätzkalk, der Kalkmörtel, der Wiener Kalk, der Chlorkalk, das geschmolzene Chlorcalcium, das Fluorcalcium, der schwefelsaure Kalk, das Calciumnitrat, das Calciumphosphat, das Thomasphosphatmehl, der kieselsaure Kalk, die Cemente und das Schlackenmehl, aus kleinen Partikeln bestehen oder bestehen können, die die Form von Krystallen oder kleinen Trümmern mit scharfen Kanten und Spitzen haben. Gelangen diese Substanzen auf den Bulbus, so erzeugen sie dort zunächst einen starken Reiz, durch den ein vermehrter und krampfhafter Lidschlag ausgelöst wird, der seinerseits wieder eine stärkere Reibung des Fremdkörpers auf der Oberfläche des Augapfels hervorbringt. Dadurch entsteht ein manchmal mit heftigen Schmerzen verbundener, entzündlicher Zustand und eventuell auch eine Verletzung der Hornhaut, die auf das Epithel beschränkt bleiben oder in das Parenchym sich hineinerstrecken und zu aus-

[1]) Dasselbe fand auch Gühmann (136, p. 48) bei lebenden und toten Kaninchenaugen.

gedehnterer Entzündung mit Infiltration und Narbenbildung, aber auch zu Infektion und Zerstörung des Gewebes führen kann. Beim kohlensauren und kieselsauren Kalke und beim Fluorcalcium, als unlöslichen und indifferenten Stoffen, kommen wesentlich nur diese Momente hinsichtlich ihres Angriffes auf das Auge in Frage, bei den übrigen Calciumsalzen verbinden sich damit aber auch ihre spezifischen chemischen und thermischen Wirkungen, die zu einer Reihe schwerster Komplikationen führen können und von denen wir hier zunächst die thermischen näher betrachten wollen.

Wie wir in dem vorigen Abschnitte sahen, zeigen das Calcium, das Calciumcarbid, der gebrannte Kalk, der frische Wiener Kalk, das Calciumsuperoxyd, das wasserfreie Chlorcalcium, der mit Ätzkalk gemischte Gips, das Calciumsulfid, das Thomasphosphatmehl, der Romancement, die hydraulischen Kalke und das Hochofenschlackenmehl, in geringem Mafse auch noch andere Calciumverbindungen, die besondere Eigentümlichkeit, dafs sie als trockene Substanz sich bei der Berührung mit Wasser sehr stark erhitzen, indem sie zugleich dieses Wasser physikalisch oder chemisch (oder beides zugleich) in sich aufnehmen. Am stärksten ist die Erhitzung beim Calcium, beim Calciumcarbid, beim reinen Ätzkalke, bei den hydraulischen Kalken, beim wasserfreien Chlorcalcium und beim Schwefelcalcium. Übrigens besitzen diese Eigenschaft auch die übrigen alkalischen Erden und einige ihrer Verbindungen, wovon ich mich durch entsprechende Versuche mit Barium- und Strontiumsalzen überzeugte. Das Ba O z. B. übertrifft darin das Ca O sogar noch weit, da es sich mit nicht zu viel Wasser momentan auf 100° C. erhitzt, sodafs das Wasser sofort in lebhaftes Wallen gerät und teilweise als Dampf entweicht, während das $Ba(OH)_2$ als eine steinharte, mechanisch kaum zu zerkleinernde, an Porzellan und Glas sehr fest haftende Masse zurückbleibt.

Ebenso schnell, wie beim Bariumoxyd, aber meist zu noch weit höheren Graden, steigt die Temperatur, wenn metallisches Calcium oder Calciumcarbid mit Wasser in hinreichender Menge in Berührung kommen, und etwas ähnliches gilt von dem wasserfreien Chlorcalcium, welches sich gleichfalls mit Wasser sofort erwärmt, bei dem die Temperatur aber doch mehr staffelförmig ansteigt, schneller zwar wie beim Ätzkalke, aber doch bei weitem nicht so schnell wie beim Calcium, Calciumcarbid oder Ätzbaryt. Im Gegensatze zu diesen Substanzen erhöht sich aber beim Ätzkalke die Temperatur immer allmählich, in den ersten Minuten, wie wir oben sahen, nur um 5—10° C., manchmal auch gar nicht, nimmt dann zwar etwas schneller zu, erreicht aber fast niemals vor der 5. Minute, nicht selten sogar erst erheblich später, die Temperatur des Blutes und im günstigsten Falle erst nach 15 Minuten die des siedenden Wassers. Hinsichtlich ihrer thermischen Potenz lassen sich demnach die in Rede stehenden Substanzen etwa in folgende fallende Reihe anordnen: Calciumcarbid, Calcium, Ätzbaryt, wasserfreies Chlorcalcium, Ätzkalk, Calciumsuperoxyd, Schwefelcalcium, hydraulische Kalke, Wiener Kalk, Romancement, Phosphat-

mehl und Schlackenmehl. Auch die beim Lösen von krystallisiertem Chlorcalcium entstehende starke Kälte kann als thermische Noxe in Betracht kommen.

Theoretisch ist also von einer Gruppe von Calcium- (und Barium-) Verbindungen, die zwar klein ist, zu der aber namentlich auch der so vielfach gebrauchte Ätzkalk und einige Cemente gehören, anzunehmen, dafs sie eine zerstörende thermische Einwirkung auf das Auge auszuüben imstande sind, und in der That hat man diese Annahme bisher auch allgemein gemacht, merkwürdigerweise aber nicht allein hinsichtlich der genannten Substanzen, sondern vielfach sogar hinsichtlich des Kalkhydrates, Kalkbreies u. dergl. Da die letztgenannten sich aber mit Wasser absolut nicht erhitzen, so kann bei ihnen schon von vorneherein von einer thermischen Einwirkung gar keine Rede sein, ebenso wenig aber auch bei den meisten Cementen, dem Phosphatmehl, dem Schlackenmehl und ähnlichen Calciumverbindungen, bei denen doch nur dann eine thermische Gefährdung des Auges eintreten könnte, wenn sie sich in Berührung mit Wasser über 37° C. erwärmten, was sie ja aber nicht thun.

Nur beim Calciumcarbid, Calcium, Ätzbaryt und wasserfreien Chlorcalcium ist die Befürchtung begründet, dafs sie, sobald sie auf den feuchten Bulbus gelangen, dort unter sonst günstigen Umständen durch ihre gewaltige, fast blitzartige Temperatursteigerung eine zerstörende thermische Wirkung ausüben können. Es giebt wohl kaum ein Mittel, welches imstande wäre, die bei diesen Substanzen auftretende plötzliche, starke Erwärmung noch rechtzeitig auszuschalten, und es gehören deshalb diese Calciumverbindungen sicher zu den für das Sehorgan gefährlichsten. Glücklicherweise finden sich dieselben indessen, mit Ausnahme des Calciumcarbids, welches bekanntlich neuerdings eine immer mehr steigende Verwendung erfährt, fast nur in den wissenschaftlichen Laboratorien und werden deshalb wohl nur sehr selten zu Augenverletzungen Veranlassung geben.

Wie liegt nun aber diese Frage beim Ätzkalke, Calciumsuperoxyd, Calciumsulfid, bei den hydraulischen Kalken und bei den beträchtliche Mengen freien Ätzkalkes enthaltenen Mischungen, von denen wir ja wissen, dafs sie sich mit Wasser ebenfalls stark erhitzen, mindestens über 37° C? Können denn sie nicht auch eine thermische Beschädigung des Auges herbeiführen? Beim Ätzkalke — und was für ihn gilt, gilt im ganzen auch für die anderen eben genannten Substanzen — hat man diese Frage bisher ausnahmslos bejaht, und diese Annahme war eine so allgemeine und unbestrittene, ja, wie es schien, eigentlich selbstverständliche, dafs ich sie anfänglich selbst nicht bezweifelte. Schon bald nach dem Beginne meiner eigenen Untersuchungen aber mufste ich mich davon überzeugen, dafs man sich dabei in einem Irrtume befand und dafs der Ätzkalk auf dem lebenden Bulbus wohl nur ganz äufserst selten, vielleicht niemals, imstande ist, in Berührung mit Wasser oder mit den Flüssig-

keiten des Auges sich so stark zu erwärmen, dafs er dadurch für das letztere eine thermische Beschädigung herbeiführen könnte. Zunächst läfst sich die Gefahr einer solchen bei geeignetem Verhalten überhaupt ausschalten, denn es giebt, wie wir weiter unten noch kennen lernen werden, ein höchst einfaches Mittel zu ihrer Beseitigung, und es bleibt meist immer hinreichende Zeit nach dem Unfalle, um dieses Mittel anzuwenden, da der sich löschende Ätzkalk, wie wir sahen, immer erst 5—10 Minuten nach seiner Berührung mit Wasser, also hier nach dem Insulte, eine Temperatur von 40° C. erreicht. Andererseits aber ist auch der Raum zwischen Bulbus und Augenlidern ein so beschränkter, dafs es ohne rohe Gewalt beim lebenden, nicht bewufstlosen Menschen kaum gelingen wird, mehr wie etwa eine Messerspitze voll ungelöschten Kalkes in diesen Raum hineinzubringen. Bei Unfällen aber wird die Menge desselben, die ja nur durch die mehr oder minder geschlossene Lidspalte eindringen kann, meist noch viel geringer sein, und auch von dieser wird in der Regel der weitaus gröfste Teil sofort wieder herunterfallen oder durch die Thränenflüssigkeit, den Lidschlag und die Bemühungen des Verletzten oder seiner Umgebung längst entfernt sein, ehe die, wie erwähnt, frühestens nach 5 Minuten zu erwartende thermische Wirkung des Ätzkalkes sich entfalten kann. Wenn diese dann aber wirklich eintritt, so wird sie sich doch nur in einer Kalkmenge abspielen können, die im Gegensatze zu der sie fortwährend umgebenden Thränen- oder Spülflüssigkeit so unbedeutend ist, dafs die Wärme sowohl durch diese, wie auch durch die Gewebe des Auges, sofort weitergeleitet wird, eine thatsächliche thermische Einwirkung auf die letztere also gar nicht entstehen kann. Wir sahen ja schon oben, dafs bei relativ grofser Wassermenge der sich löschende Ätzkalk kaum eine nennenswerte Temperaturerhöhung erfährt, und aufserdem habe ich auch die Wärmeleitung der Körpergewebe gegenüber kleinen Mengen sich löschenden Kalkes experimentell festzustellen versucht, indem ich von einem Kalke, von dem sich ein Quantum von 100 g und mehr ganz normal bis auf 99° C. erhitzte, an verschiedenen Stellen meiner Oberarmhaut mehrere Gramm mit einer geeigneten Menge Wasser sich löschen liefs. Ich habe dabei aber nicht in einem einzigen Falle eine subjektive Wärmeempfindung gehabt, auch nachher keine objektiven Spuren einer Temperaturerhöhung in Gestalt einer Rötung, Brandblase oder dergl. gefunden, und das gleichzeitig an den sich sichtbar löschenden Kalk angelegte Fieberthermometer zeigte dabei niemals eine Steigerung über 37° C. Wenn nun auch beim Auge die Verhältnisse namentlich deshalb etwas anders liegen, weil bei dem meist krampfhaften Zusammenkneifen der Augenlider die Wärmeabgabe an die äufsere Luft sehr viel geringer ist, so wird doch dieses Moment wieder durch die reichliche Sekretion von Thränenflüssigkeit ausgeglichen, und wir dürfen wohl mit Sicherheit annehmen, dafs, für gewöhnlich wenigstens, der auf dem

Bulbus sich löschende Ätzkalk eine wirklich erhebliche thermische Wirkung nicht auszuüben vermag. Unterstützt wird diese Annahme noch durch meine Versuche an lebenden Kaninchen, die, so gut sich das bei diesen sehr indolenten Tieren beobachten liefs, einige Zeit nach Einführung des gebrannten Kalkes keine gröfsere subjektive Schmerzempfindung äufserten, wie sofort nach der Einführung von frischem Kalkbrei, sodafs also dieser Schmerz viel mehr durch das sich lösende oder gelöste Kalkhydrat, wie durch das sich bildende entstanden zu sein schien.

Ich erwähnte bereits, dafs alle Autoren, soweit sich das aus ihren Äufserungen über diesen Gegenstand schliefsen läfst, der allgemeinen irrigen Annahme gefolgt sind, dafs der Ätzkalk im Auge insbesondere auch eine brennende oder verbrennende Wirkung ausübe, indem sie die beim Löschen gröfserer Mengen Ätzkalkes zu beobachtenden Erscheinungen ohne weiteres auf die kleine Quantität übertrugen, die im Konjunktivalsacke Platz finden kann. So sagt z. B. v. Wecker (110), dafs „zu den bösartigsten Verbrennungen des Auges diejenigen gehören, welche mit ungelöschtem Kalk erzeugt werden." Schon Rosas (8) hatte davor gewarnt, den Ätzkalk „durch unvorsichtigen, schnellen Gebrauch des Wassers auf dem Auge selbst" abzulöschen und alle späteren Untersucher scheinen diese Anschauung übernommen zu haben. Michel (223, p. 691) z. B. sagt, dafs „Verbrennungen der Bindehaut am häufigsten durch Hineinfallen oder Hineinspritzen von ungelöschtem Kalk in den Bindehautsack" erfolgen (er verwechselt da augenscheinlich, wie v. Wecker, gelöschten mit ungelöschtem Kalke, welcher nur in selteneren Fällen die Ursache einer Kalkverletzung abgiebt), und fügt noch hinzu, dafs, wenn ungelöschter Kalk in den Bindehautsack gelangt sei, „gewöhnlich statt Öl Wasser zum Auswaschen benützt werde, worauf alsdann, wenn noch Teile ungelöschten Kalkes vorhanden seien, eine nochmalige Verbrennung hervorgerufen werde." Aus demselben Grunde empfiehlt Silex (300, p. 89), „wo noch ungelöschter Kalk sich findet, mechanische Säuberung und Ölauswaschung mit nachheriger Instillation einer konzentrierten Zuckerlösung" und Gühmann behauptet in seiner sonst trefflichen Arbeit (136) geradezu, dafs, wenn Ätzkalk in den Konjunktivalsack eindringe, „sich in der Hauptsache nur die Folgen der Verbrennung geltend machten, die immer mehr oder weniger zum Ruine des Organs führten", während der gelöschte Kalk „nur unter ganz bestimmten, erschwerenden Umständen zur Zerstörung desselben führe." Bei Praun (315) finden wir den gleichen Gedanken, indem derselbe sagt: „Am schlimmsten ist die Verletzung mit ungelöschtem Kalk, welcher aufserordentlich rasch durch die hohe Wärmeentwicklung und Wasserentweichung zu intensiver Verbrennung und Nekrose des Gewebes führt. Weniger heftig ist die Entzündung mit Kalkbrei und Kalkmilch u. s. f." Ähnliche Beispiele für die unbegründete Furcht vor der

von dem ungelöschten Kalke für das Auge zu befürchtende thermische Gefahr liefsen sich aus älterer und neuer Zeit in grofser Menge beibringen. Auf ihr beruhen augenscheinlich auch die Vorschriften, die viele Baugewerks-Berufsgenossenschaften, so die Hannoversche im Jahre 1893, die Rheinisch-Westfälische (313) noch vor kurzem, erlassen haben und in denen vor der Anwendung des Wassers bei frischen Kalkverletzungen dringend gewarnt wird. Da aus dieser Anschauung naturgemäfs falsche Mafsnahmen für die Prophylaxe und Therapie der Kalkverletzungen resultieren müssen, so ist sie nicht nur von wissenschaftlichen, sondern noch viel mehr vom praktischen Standpunkte aus bedauerlich, zumal ihr neuerdings von autoritativer Seite durch Warnungen und Vorschriften immer mehr Eingang in die weitesten Kreise der Interessenten verschafft wird.

Ganz ohne Zweifel ist aber die Annahme der Möglichkeit einer thermischen Wirkung des Ätzkalkes durchaus falsch, denn von höchst seltenen, durch zufällige Nebenumstände, wie verbrecherische Gewalt, Besinnungs- und Hülflosigkeit des Verletzten u. dergl., begünstigten Fällen abgesehen, ist dieselbe aus den oben entwickelten Gründen ganz ausgeschlossen, und es kann, wie DE GOUVÊA's (60) und meine Versuche zeigten, auch der Ätzkalk gelegentlich nur ganz leichte Augenverletzungen im Gefolge haben, wenn er nur nicht zu lange einwirkte, während andererseits gerade der trockene oder breiförmige, gelöschte Kalk schon bei relativ kurzem Verweilen auf dem Bulbus recht wohl zu einer erheblichen Beschädigung, ja schliefslich vollständigen Zerstörung des ganzen Organes führen kann.

Wenn sonach an eine nennenswerte thermische Einwirkung des Ätzkalkes auf das Auge kaum jemals gedacht und darin kein prinzipieller Unterschied zwischen dem ungelöschten und dem gelöschten Kalke gefunden werden kann, so giebt es doch thatsächlich Fälle von Kalkverletzung, und sie sind gar nicht so selten, bei denen die Hitze nicht nur eine Rolle spielt, sondern vielleicht manchmal sogar die Hauptrolle. Ich meine damit nicht etwa jene Fälle, in denen durch die so sehr gefährlichen Neutralisationsversuche mit Säuren etc. der auf dem Bulbus befindliche Ätzkalk rapide und stark erhitzt wird, sondern solche, bei denen überhaupt nicht der Ätzkalk, sondern der gelöschte Kalk, das Kalkhydrat, die Materia peccans ist. Wir erinnern uns, dafs das letztere im Baugewerbe und in der Technik in grofsen Mengen durch Übergiefsen von Ätzkalk in Stücken mit Wasser unter fortwährendem Umrühren dargestellt wird, dafs dabei die ganze Masse sich nach einiger Zeit bis auf ungefähr 99° C. erhitzt und dafs sie diese Hitze sehr lange behält, namentlich wenn sie in die vor Abkühlung einigermafsen schützenden Kalkgruben abgelassen wird, und gerade dieser frisch bereitete oder sich bildende heifse Kalkbrei ist es, der gegebenen Falles sehr stark verbrennend

auf das Auge einwirken kann. Derselbe gehört demnach zu den gefährlichsten Substanzen für das Sehorgan und wird darin vielleicht nicht einmal vom Calciumcarbid oder vom Ätzbaryt übertroffen. So leicht solche schweren Verletzungen mit heifsem gelöschtem Kalke gerade wegen der Manipulationen beim Kalklöschen und Kalkablassen möglich sind und so häufig sie bei diesen Proceduren und beim Sturze in offene Kalkgruben thatsächlich vorkommen dürften, so finde ich doch merkwürdigerweise über diese gröfste Gefährlichkeit des Kalkes in der bisherigen Litteratur keine Angabe. Nur v. Graefe (32) scheint daran gedacht zu haben, indem er — allerdings nur beiläufig — sagt (l. c. p. 235), dafs „zu den traurigsten Verletzungen, welche uns in der ophthalmologischen Praxis begegnen, offenbar die Verbrennungen des Auges mit im Löschen begriffenem Kalke gehören." Dafs v. Graefe darin recht hat, beweist leider die Erfahrung.

Wenn wir aber von dem heifsen, frisch gelöschten Kalke absehen, so besteht hinsichtlich der thermischen Wirkung auf das Auge kein wesentlicher Unterschied zwischem dem gebrannten und dem gelöschten Kalke. Dennoch war es bei meinen Versuchen unverkennbar, dafs der trockene Ätzkalk auf das Auge zwar nicht so stark ätzend wirkt, wie das feuchte Kalkhydrat, aber doch noch weit schneller und intensiver, wie das trockene Kalkhydrat. Um das erklären zu können, müssen wir uns erinnern, dafs der erstere Wasser nicht nur chemisch bindet, sondern auch zunächst mit grofser Begierde physikalisch an sich zieht. Ein ähnliches, wenn auch schwächeres hygroskopisches Bestreben zeigen auch der Wiener Kalk, das Calciumsuperoxyd, das wasserfreie Chlorcalcium, die Cemente, die hydraulischen Kalke und andere, freien Ätzkalk führende trockene Präparate, in beschränktem Mafse auch der Gips, nicht aber der trockene gelöschte Kalk, der selbst bei wochenlangem Liegen in einer feuchten, kohlensäurefreien Luft nach meinen Versuchen kaum erhebliche Mengen von Wasser in sich aufnimmt. Es sind also wieder in erster Reihe die sich mit Wasser unter Wärmeentwickelung chemisch verbindenden Calciumpräparate, die zugleich, und zwar unabhängig von ihrer chemisch-thermischen Wirkung, und meist noch vor dieser, sehr energisch wasserentziehend auf die Augenmembranen einwirken und dieselben dadurch so weit mortifizieren, dafs sie den sich nunmehr bildenden Calciumsalzlösungen den Eintritt leichter gestatten, denen das intakte Epithel sonst noch einen gewissen Widerstand leisten würde. Dieses hygroskopische Moment scheint den meisten Untersuchern entgangen zu sein. Nur Praun (315) sagt, allerdings nicht ganz zutreffend: „Die Wirkung des Kalkes beruht darauf, dafs er dem Gewebe intensiv Wasser entzieht, besonders der ungelöschte, und dafs er dasselbe nekrotisiert." Auch bei Stroschein (254) und bei de Gouvêa (60) finde ich darüber beiläufige Angaben, indem der Erstere behauptet, der Ätzkalk entzöge dem Gewebe Wasser und erhitze sich dabei, während der Letztere angiebt, dafs der ungelöschte Kalk auf der Kornea schnell trockne (?) und dafs sich dabei die

Pupille stark verengere. Aus dem letzteren Umstande, den ich bestätigen kann, darf wohl geschlossen werden, dafs die wasserentziehende Wirkung, welche bei den trockenen Präparaten der thermischen und kaustischen vorangeht, schon allein einen starken Reiz ausüben und wahrscheinlich Schmerzgefühl auslösen kann.

Wir sahen bisher, dafs die Calciumverbindungen in verschiedener Form physikalisch auf die Augenmembranen, insbesondere die Kornea, einwirken können, teils als Fremdkörper, teils durch Wasserentziehung bei gewöhnlicher Temperatur, teils durch eine mehr oder minder erhebliche Wärmeentwickelung. Meistens wirken zwei oder drei Faktoren zusammen, würden aber nur selten eine so schwere Beschädigung des Auges herbeiführen können, wie wir sie regelmäfsig durch eine Kalkverletzung entstehen sehen, wenn sich ihnen nicht noch zwei weitere Momente hinzugesellten, nämlich die chemische Auflockerung der Gewebe durch Zerstörung von Gewebeelementen und die Einlagerung von Calciumverbindungen in die dadurch geschaffenen Gewebelücken. Bekanntlich sind die Ätzalkalien und die Säuren imstande, sowohl die intercelluläre Kittsubstanz, wie manche Zellen selbst, zu zerstören, und diese Eigenschaft, die ja in der histologischen Technik zweckentsprechende Verwendung findet, kommt auch von den Calciumverbindungen und den damit zusammengesetzten Präparaten denjenigen zu, die ein freies Alkali bezw. eine freie Säure besitzen oder in Berührung mit den Flüssigkeiten des Auges aus sich entwickeln können. Freie Säuren finden sich aber konstant oder gelegentlich im Chlorkalk, Calciumsulfit, Calciumbisulfit, Calciumhyposulfit, im primären Calciumphosphat und im Calciumsuperphosphat. Wichtiger noch, als die der Säure, ist die macerierende Wirkung des freien Alkalis, welche alle diejenigen Substanzen in hohem Mafse zeigen, die ganz oder teilweise aus Kalkhydrat bestehen oder sich im Auge in dasselbe umwandeln können. Dahin gehören Calcium, Calciumcarbid, Ätzkalk, gelöschter Kalk, Kalkbrei, Kalkmilch, Kalkwasser, Mauermörtel, Wiener Kalk, Calciumsuperoxyd, Chlorkalk, Calciumsulfit, Calciumbisulfit, Schwefelcalcium, Calciumhydrosulfid, Calciumpolysulfid, Phosphatmehl, Cemente, hydraulische Kalke, Schlackenmehl, Zuckerkalk und Caseïnkalk, also der weitaus gröfste und wichtigste Teil aller in Rede stehenden Substanzen.

Dafs diese macerierende Thätigkeit eine erhebliche Rolle bei der Beschädigung des Auges durch die Kalkpräparate spielen mufs, liegt auf der Hand. Zu derselben tritt aber noch ein weiterer, wesentlicher Faktor hinzu, nämlich die Einlagerung von Calciumverbindungen zwischen und in die Gewebe der Kornea (und Konjunktiva), welche dort als Fremdkörper sekundär Entzündungen und Infiltrate hervorrufen und teils dadurch, teils aber auch schon allein durch ihre Anwesenheit und weil sie nicht mehr entfernt werden können, die Funktion des ganzen Organes in der schwersten Weise dauernd zu beeinträchtigen imstande sind. Es gilt das von nahezu allen Kalkpräparaten, von

einigen mehr, von anderen weniger. In erster Reihe sind es die feuchten und die breiartigen, welche solche dauernde Einlagerungen hervorrufen können, die ich als „Kalktrübungen“ bezeichnen will, ohne damit zunächst etwas über ihre chemische Natur aussagen zu wollen. Den feuchten schliefsen sich die wasserlöslichen trockenen an, deren Wirkung dieselbe ist, sobald sie nur erst einmal im Auge hinreichend feucht geworden sind. Auch die Calciumsalzlösungen erzeugen solche Trübungen, meist jedoch erst bei längerer Einwirkung, und unter ihnen naturgemäfs die leicht löslichen und konzentrierten schneller und stärker, wie die Lösungen mit niedrigem Salzgehalte. Nur allein der Gips macht, wie bereits erwähnt, darin eine Ausnahme, da er sowohl als Brei, wie als Lösung, auch bei langdauernder Einwirkung weder maceriert, noch Trübungen hervorruft, und dasselbe gilt natürlich von allen Calciumverbindungen, welche, wie der kohlensaure, kieselsaure, sekundäre und tertiäre phosphorsaure Kalk und das Fluorcalcium, in Wasser ganz unlöslich sind.

Was insbesondere das Kalkwasser angeht, so haben meine Versuche ergeben, dafs dasselbe nur bei sehr langdauernder, beim lebenden Auge nur künstlich zu ermöglichender Einwirkung oder bei bereits vorhandenen Epitheldefekten imstande ist, Trübungen in der Hornhaut zu erzeugen. Deshalb konnte z. B. auch Kroll (140) Kalkwasser zu Instillationen bei Conjunctivitis diphtherica unbedenklich empfehlen, nur darf beim Gebrauche desselben das Epithel der Hornhaut nicht verletzt sein. Im Gegensatze dazu warnt zwar zu derselben Zeit Gühmann (136) eindringlich vor der Anwendung des Kalkwassers als Instillationsmittel, widerspricht sich aber selbst, da er in der gleichen Arbeit (l. c. p. 59) ausdrücklich angiebt, dafs Kalkmilch mit weniger wie 8% Kalkhydrat die Kornea ganz intakt lasse. Gühmann hat augenscheinlich nicht bedacht, dafs Kalkwasser im günstigsten Falle ja nur 0.17% Kalkhydrat enthalten kann, also etwa nur $^1/_{50}$ der von ihm als notwendiges Minimum für eine Ätzwirkung bezeichneten Menge.

Es fragt sich nun, wie das je nach der chemischen Zusammensetzung und nach dem Aggregatzustande abweichende Verhalten der verschiedenen Kalkpräparate der Kornea gegenüber — die Konjunktiva ist in dieser Hinsicht von untergeordneter Bedeutung — zu erklären ist, woraus denn eigentlich bei den einzelnen Calciumverbindungen die durch sie erzeugten Trübungen der Hornhaut bestehen und auf welche Weise sie zu stande kommen? Es ist die Beantwortung dieser Fragen keineswegs so leicht, wie es vielleicht auf den ersten Blick erscheinen möchte, und es liegt auf der Hand, dafs sie nicht durch theoretische Erwägungen, sondern nur durch zweckdienliche und sorgfältige Versuche und Untersuchungen gewonnen werden kann. Da es aber, wie es scheint, an letzteren bisher gefehlt hat, so ist es begreiflich, dafs auch die Anschauungen über die Natur und die Entstehung der Kalktrübungen immer noch lückenhafte und teilweise vollständig irrige sind, und das letztere gilt insbesondere auch von den bisherigen therapeutischen

und prophylaktischen Vorschlägen, die bei der allgemeinen Anerkennung, die sie allgemach gefunden haben, entschieden als bedenkliche zu bezeichnen sind. Um so wünschenswerter mufs es daher erscheinen, eine richtige Erkenntnis der Entstehungsweise und des Wesens der Kalktrübungen herbeizuführen. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Sache werde ich dieselbe in einem besonderen Abschnitte eingehender erörtern. Hier sei nur noch einmal zusammenfassend darauf hingewiesen, dafs der weitaus gröfste Teil aller Calciumverbindungen für das Auge mehr oder minder erhebliche Gefahren in sich birgt und dafs diese Gefahren in verschiedenen Formen auftreten können: als Fremdkörperwirkung mit allen ihren Folgen, als eine physikalische Läsion der Gewebe, insbesondere der Kornea, durch Auftrocknung oder Verbrennung, und endlich als eine chemische Zerstörung und Veränderung der Augenmembranen mit Einlagerung von undurchsichtigen Kalkverbindungen (und mit sekundären Trübungen), die, wenn sie persistieren, und das ist fast immer der Fall, dauernd die Funktion der Kornea und damit die des ganzen Organes mehr oder minder beeinträchtigen. Diese verschiedenen Wirkungsweisen treten fast bei allen Calciumverbindungen, in wechselnder Kombination, auf, mehrfach alle zugleich bei demselben Präparate sich zeigend, aber in ihrer Wichtigkeit verschieden. Während in selteneren Fällen die Fremdkörperwirkung, die Auftrocknung und die Verbrennung für sich allein schon genügen, den Ruin des Auges herbeizuführen, sich im allgemeinen aber viel leichter eliminieren lassen, kommt der chemischen Wirkung fast in allen Fällen die weitaus gröfsere Bedeutung zu, da sie stets im Momente des Kalkinsultes einsetzt, sich deshalb beinahe nie ganz vermeiden läfst, auch in den leichteren Fällen quoad functionem von den bedenklichsten Folgen begleitet sein kann und endlich der Therapie anscheinend unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Als unschädlich für das Auge dürfen, von einer etwaigen Fremdkörperwirkung abgesehen, nur die wenigen in Wasser ganz unlöslichen Calciumsalze und der Gips gelten, sowie in gewissem Grade noch, bei intakter Kornea wenigstens, die Salzlösungen mit einem geringen Prozentgehalte, wie z. B. das Kalkwasser.

III. Die Kalkverletzungen des Sehorganes und ihre Folgezustände in klinischer und anatomischer Hinsicht.

So mannigfaltig die einzelnen Calciumverbindungen in ihrem chemischen Verhalten auch sind, so zeigen doch diejenigen unter ihnen, welche imstande sind, eine Verätzung des Auges herbeizuführen, und das sind ja die meisten, darin eine grofse Übereinstimmung, dafs ihre Wirkung auf das Sehorgan dem Wesen nach fast die gleiche und nur eine graduierlich verschiedene ist. Bei einer Besprechung des klinischen Bildes einer solchen Verletzung genügt es demnach als Typus die Einwirkung des Kalkes im engeren Sinne, also des Ätzkalkes oder des gelöschten Kalkes, welche ja zumeist die Materia peccans bilden, auf den Bulbus und seine Adnexe zu schildern, da die Erscheinungen bei den Verletzungen mit anderen Calciumsalzen nur unerheblich und nur in soweit davon abweichen, als ich das in den voraufgegangenen Abschnitten bereits im Einzelnen erwähnt habe oder in den folgenden noch erwähnen werde.

Nur selten wird ein Kalkinsult den Bulbus isoliert treffen, meist auch zugleich die Lider. Da aber die äufsere Lidhaut regelmäfsig trocken ist, da alle trockenen Calciumsalze für sich allein chemisch und thermisch wirkungslos sind und da auch der Kalkbrei, die Kalkmilch und andere halbflüssige oder flüssige Präparate die Epidermis erst bei längerer Einwirkung angreifen, so bleibt die äufsere Lidhaut auch bei sonst schweren Kalkverletzungen meist zunächst unversehrt, sofern es sich nicht zufällig um eine primäre Kontinuitätstrennung durch starke mechanische Gewalt oder um noch heifsen, frisch gelöschten Kalk handelt, der natürlich die Lidhaut verbrennen kann (der Brandschorf, den Zander und Geissler [44] insbesondere durch ungelöschten Kalk auf der äufseren Lidhaut wollen haben entstehen sehen, beruht auf einem Irrtume). In einzelnen glücklichen Fällen, wie in dem einen der früher (311) von mir mitgeteilten, haben die Lider den Insult allein zu bestehen und kommt es überhaupt nicht zu einer Verletzung des Augapfels selbst. In den meisten anderen aber werden sich die Lider zwar bei der Attaque reflektorisch schliefsen, jedoch nicht rechtzeitig und nicht vollständig genug, und es

werden dann die andringenden Kalkmassen nicht allein auf die äufsere Lidhaut, sondern auch in die Lidspalte hinein und damit zugleich auf die innere Seite des Lides gelangen. Indem sie hier eine Entzündung hervorrufen, kann in der Folge das ganze Lid anschwellen, oft in einem so erheblichen Grade, dafs dadurch die Untersuchung und Reinigung der Konjunktivaltaschen sehr erschwert wird. Indem nun die ödematösen Lider im Vereine mit dem willkürlichen und reflektorischen krampfhaften Lidschlusse die Kalkpartikel nicht allein zwischen Lid und Bulbus zurückhalten, sondern auch beständig auf dem letzteren hin und her reiben, vermehren sie andauernd mechanisch und chemisch den Schaden. Vom zweiten Tage an bemerkt man nicht selten an den Lidrändern eingetrocknete Reste des schleimigen Konjunktivalsekretes. Späterhin können durch Schrumpfung der Bindehaut an den Lidern Beweglichkeitsdefekte, Deformitäten u. dergl. entstehen.

Dringt der Kalk in die Lidspalte ein, so wird er dort fast immer zugleich die Konjunktiva und Kornea, seltener die letztere allein und noch seltener nur die Konjunktiva, treffen. Von den 8 Kalkverletzungen beispielsweise, die Yvert (94) im Jahre 1875 beobachtete, betrafen 4 zugleich die Kornea und Konjunktiva, 4 die Hornhaut allein, und unter den von de Bovis (231) mitgeteilten 26 Fällen von Kalkverletzung handelte es sich nur in 3 um eine ausschliefsliche Beschädigung der Bindehaut. Diese letztere beginnt sofort nach der Berührung mit dem ätzenden Kalke sich zu verändern, sie wird hyperämisch und schwillt an, namentlich in der Gegend der Übergangsfalte. Während es in den leichteren Fällen bei dieser Injektion der Mukosa mit den Erscheinungen einer Conjunctivitis verbleibt und die Konjunktiva bulbi nur eine Rötung mit deutlicher konjunktivaler und episkleraler Injektion zeigt, bildet sich in den schwereren Fällen sehr bald eine Chemosis aus, die ebenfalls am Fornix am stärksten ist und manchmal die Kornea wallartig umgiebt. In dieser geschwollenen Bindehaut findet man meist noch erhebliche Reste der Materia peccans, unter oder zwischen diesen weifsliche, weifslich-gelbe oder weifslich-graue, manchmal auch mehr grünliche Flecken von verschiedener Ausdehnung und auf diesen lebhaft rote Punkte (Ekchymosen), welche für die Kalkverätzung charakteristisch zu sein scheinen. Diese Flecken, welche meist ganz empfindungslos sind, werden von dem nekrotisierten Gewebe gebildet, welches in der Regel noch mehr oder minder grofse Mengen einer kalkartigen Masse enthält, die sich dort gewissermafsen eingebettet hat. Indem diese Masse sich in der Folge nach und nach abstöfst, werden die auf ihrer Oberfläche rauhen und matten Flecken, die schon von vorneherein der geschwollenen Nachbarschaft gegenüber eingezogen erscheinen, noch mehr vertieft und glatt und stellen dann wirkliche Defekte in der Bindehaut dar. In den günstigeren Fällen bilden sich auf denselben nach einiger Zeit reichliche Granulationen, die zu meist bleibenden Narben führen. De Bovis (231) beobachtete einmal bei einem Kinde solche Granulationen von aufserordent-

lichem Umfange. In anderen Fällen kommt es auf den Defekten mehr zur Bildung von fibrinösen Membranen, die meist zu Verklebungen und Verwachsungen mit dem gegenüberstehenden Blatte der Konjunktiva oder mit der Kornea Veranlassung geben. In besonders schweren Fällen kann auch, wie das schon RUETE (34) beobachtete, die Konjunktiva bulbi geradezu durchlöchert werden, sodafs die Sklera und die Chorioidea durchscheinen; v. GRAEFE (32) z. B. beschreibt einen Fall, in dem die ganze Sklera „marmorweifs und mit ihren Muskelansätzen wie präpariert dalag".

Mit der oft Monate andauernden Hyperämie und Schwellung der leicht blutenden Konjunktiva, die in der Regel unten stärker betroffen ist, wie oben, geht eine vermehrte Sekretion einher, die zuerst ziemlich dünnflüssig, vom 2.—15. Tage an aber mehr schleimig-eitrig ist und den Eindruck von diphtheritischen Membranen machen kann und die dann später wieder dünnflüssig wird. Blasenbildungen wurden auf der Konjunktiva nach Kalkverletzung noch nicht beobachtet, wohl einmal von DE BOVIS (231) Phlyktänen. Bei der Heilung bilden die wuchernden Granulationen nach mehrfachen Exfoliationen ein dichtes, strahliges Narbengewebe.

Wesentlich auf analogen Vorgängen, wie bei der Konjunktiva, beruhend und doch in ihrer Erscheinung und in ihrer funktionellen Bedeutung erheblich davon abweichend, zeigen sich die Folgen einer Kalkverletzung bei der Kornea. Hier ist es zunächst das Epithel, welches den ersten Angriff auszuhalten hat und ihm auch einen gewissen Widerstand leistet, in den meisten Fällen aber sehr schnell von dem Kalke zugleich mit der BOWMAN'schen Membran zerstört wird. Bei frischen Kalkverletzungen sieht man in der Regel die Kornea mit weifsgrauen Plaques bedeckt, die aus festhaftenden Kalkresten und dem Detritus des zerstörten Epithels bestehen. Entfernt man diese Massen, was manchmal nicht so ganz leicht ist, so sieht man, dafs darunter das Epithel ganz verschwunden oder nur noch in einzelnen, flottierenden Fetzen vorhanden ist, die ganz milchig getrübt sind. Nur in ganz seltenen, leichten und besonders günstigen Fällen wird das Epithel zwar getrübt, bleibt aber in seiner Kontinuität erhalten. In einigen anderen wieder, so namentlich bei Verletzungen mit heifsem Kalkbrei, kommt es zu einer blasenförmigen Abhebung des Epithels mit der BOWMAN'schen Membran, wie sie auch bei Verbrühungen mit kochendem Wasser und nicht zu heifsen Metallen auftreten kann. GUÉPIN (14) sah einmal nach einer Kalkverletzung die ganze Kornea mit dem Epithel in Falten gelegt. Bisweilen, so bei Kalkmörtel und nach Explosionen von Glasgefäfsen mit Ätzkalk oder Chlorkalk, beobachtet man ferner eine mechanische Verletzung des Epithels, die auch durch ungeschickte Säuberungsversuche entstehen kann. Im weiteren Verlaufe wird das getrübte Epithel auch an solchen Stellen, an denen es anfänglich noch dem Parenchym anlag, sehr bald abgestofsen und umsäumt dabei häufig, indem es sich peripherwärts umrollt, wallartig den Epitheldefekt.

In dem letzteren liegt dann das Korneaparenchym zu Tage, welches aber auch fast immer mehr oder minder mitverletzt ist. An ihm äufsert sich diese Verletzung meist als eine Trübung von weifser Farbe, die auf dem Hintergrunde der Pupille einen bläulichen, in der isolierten Hornhaut einen gelblichen Ton hat. Je nach dem Grade der Verletzung ist die Trübung hauchartig, punktförmig, milchig, opak oder porzellanartig, beschränkt oder ausgedehnter, gleichförmig oder wolkig, mehr oder minder tief in das Parenchym eindringend, selten dasselbe ganz durchsetzend, in der Regel ausgedehnter, wie der primäre Epitheldefekt, manchmal mit scharfen Rändern, die dann von einer wolkigen Trübung umgeben sind, welche centrifugal allmählich durchsichtiger wird. Diese letztere Erscheinung kommt dadurch zu stande, dafs mehr oder minder bald nach dem Kalkinsulte, wenn nur erst die deckende Epithelschicht mit dem schädigenden Agens durchtränkt oder durch dasselbe aufgelockert oder zerstört ist, im Korneaparenchyme selbst zunächst primär punkt- oder fleckförmige Einlagerungen einer kalkartigen Masse auftreten, die an den Rändern noch ziemlich scharf begrenzt sind, dafs sich an deren Peripherie aber dann sehr schnell wolkige Infiltrationen des benachbarten Parenchymgewebes ausbilden, die mehr oder weniger ausgedehnt oder dicht sind und meist bald zusammenfliefsen. In besonders günstigen, leichten Fällen kommt es unter dem getrübten Epithel nur zu einer solchen sekundären Infiltration des Parenchyms ohne Kalkniederschläge in das letztere.

Da die sekundären Infiltrate regelmäfsig zunächst stärker und umfangreicher werden, so kommt es auch in den Fällen, in denen die Materia peccans ganz entfernt wurde, in der ersten Zeit stets zu einer Vergröfserung der anfänglichen Trübungen, sodafs bisweilen die ganze Kornea getrübt erscheint, und wenn dann im Verlaufe des Heilungsprozesses diese sekundären Trübungen sich nach und nach wieder aufhellen, so kann das zu voreiligen Hoffnungen Veranlassung geben. Leider erfüllen sich dieselben nur sehr selten, da zwar die Infiltrate bei geeignetem Verhalten ganz verschwinden können, die Aufhellung aber vor den eigentlichen Kalktrübungen Halt macht, die ihrerseits stationär sind und allen therapeutischen Versuchen einen hartnäckigen Widerstand entgegensetzen. Deshalb sehen wir in allen leichteren und mittleren Fällen von Kalkverletzung anfangs immer noch eine successive Verminderung der Funktion und später eine langsame Besserung derselben, die aber in allen den Fällen, in denen es zu einer wirklichen Kalkpräcipitation in das Hornhautparenchym kam, doch stets eine beschränkte bleibt.

Die getrübten Partien des Parenchyms sind mehr durchscheinend und weicher, wenn nur die oberflächlichen Schichten in Mitleidenschaft gezogen wurden, undurchsichtiger, weifser, härter und trockener, wenn die Trübung bis in die tieferen Schichten gedrungen ist, und geben dann dem Auge ein

charakteristisches, eigentümlich starres Aussehen. Aufser von mancherlei zufälligen Nebenumständen hängt der Grad der Trübung namentlich von der chemischen Natur des Calciumpräparates ab und ist bei schon vorher vorhandenen pathologischen Zuständen des Auges oder bei gleichzeitigen traumatischen Läsionen naturgemäfs erheblicher. Die getrübten Partien, über denen die Empfindlichkeit durchweg mehr oder minder aufgehoben ist, sind anfänglich trotz des Epitheldefektes über die Umgebung emporgehoben, da mit der Kalkeinlagerung eine Quellung des Gewebes verbunden ist. Indem sich aber in der Folge die mit Kalk imprägnierten, mortifizierten Gewebepartien teilweise abstofsen, bilden die Trübungen später deutlich sichtbare Vertiefungen. Eine Färbung der getrübten Partien mit Fluoresceïnlösung, die sonst bei Epitheldefekten so prompt eintritt, gelingt meist nicht.

Der weitere Verlauf der Kalkverletzungen der Hornhaut hängt nun von der Schwere derselben, von ihrer Behandlung und von den etwaigen Komplikationen ab, unter denen namentlich die Infektion eine Hauptrolle spielt. Dieselbe kann hervorgerufen werden durch Keime, die an der Materia peccans selbst hafteten, durch Finger, Taschentücher, Kompressen, Spülflüssigkeiten und Instrumente, durch das normale Konjunktivalsekret, welches immer Mikroorganismen enthält, durch Staphylokokken und Diplokokken und endlich durch die Sekrete bei eitriger Conjunctivitis, Dakryocystitis, Dakryocystoblennorhoe, Blepharitis, Nasen- und Rachenleiden, Ozaena u. s. w. Begünstigt wird die Infektion durch warme Aufschläge, durch Wärme überhaupt, durch die oft wunderbare Gleichgültigkeit und Unsauberkeit der Verletzten und durch ein höheres Lebensalter derselben.

Das Epithel regeneriert sich meistens sehr schnell, vom Rande oder von etwa stehen gebliebenen Epithelinseln aus, oft schon nach 24 Stunden, oft erst nach 1—3 Wochen. Doch kommt es vor, dafs kleinere oder gröfsere Epitheldefekte auch in leichteren Fällen noch lange bestehen bleiben.

Häufig sind im Verlaufe des Heilungsprozesses zeitweise Exacerbationen mit Auftreten von blasigen Abhebungen des regenerierten Epithels, wie solche von Dimmer (152), Mayerhausen (132), Michel (223) und mir (311) beobachtet wurden. In den Fällen von Dimmer und Mayerhausen enthielten diese Blasen Blut bezw. eine blutig-seröse Flüssigkeit. Bisweilen stöfst sich das Epithel dann wieder ab, meist gelingt es aber durch geeignete Behandlung (rechtzeitigen Druckverband), dasselbe sich wieder anlegen zu machen. Dimmer trug die Blase ab und fand an ihrer Stelle am nächsten Tage neues Epithel. Die Anästhesie bleibt auch nach der Regeneration noch eine Zeit lang bestehen. Das regenerierte Epithel ist meist klar, manchmal aber verdickt.

Anders liegt die Sache bei dem Hornhautparenchym. Hier erfolgt die mit Vaskularisation des Limbus und der Kornea einhergehende Regeneration auch in den günstigeren Fällen sehr viel langsamer, namentlich dann, wenn

es sich um schon vorher kranke Augen oder um schwächliche oder alte Personen handelt. Verzögert wird dieselbe insbesondere dadurch, dafs die Kalktrübungen in dem Gewebe zurückbleiben und dort als Fremdkörper einen chronischen Entzündungszustand unterhalten, der sich in mittleren Grenzen durch Monate hindurchziehen kann. Kommt es bei günstigem Verlaufe endlich zu einer Heilung, so ist deren Resultat doch immer eine mehr oder minder dichte narbige Trübung, welche die Kalkpartikel in sich einschliefst und in diesem Zustande stationär wird. Sowohl die dichten Leukome, wie manchmal erst recht die mehr wolkigen Trübungen, können aber die Funktion des Auges ganz aufheben. In den von vorneherein schwereren Fällen, oder wenn eine Infektion hinzutrat, kommt es leicht zu ausgedehnteren Abscessen, Ulcerationen und Hypopyon mit Perforation, Irisprolaps, Leucoma adhaerens, Staphylom oder Phthise. Im allgemeinen scheint der Verlauf ein um so ungünstigerer zu sein, je ausgedehnter mit der Kornea zugleich die Konjunktiva getroffen wurde. Unter den 23 Fällen einer solchen zwiefachen Verletzung, die DE BOVIS (231) beobachtete, war die Kornea 9mal total, 8mal in der oberen, 3mal in der unteren und je 1mal in der äufseren, inneren und centralen Partie getroffen, und es endeten davon 2 Fälle mit Staphylom, 1 mit Phlegmone und 1 mit Phthise.

Neben der Gewebezerstörung, der Trübung der Kornea, der Schwellung der Konjunktiva und der durch letztere verursachten Sekretion einer schleimig-eiterigen Flüssigkeit, fällt bei der oberflächlichen Inspektion eines mit Kalk verletzten Auges insbesondere noch der starke Reizzustand auf, den das Organ schon bald nach dem Unfalle zeigt. Trotzdem der Lichteinfall durch die Hornhauttrübungen mehr oder minder erheblich gehemmt ist, ist das Auge doch sehr empfindlich selbst gegen das zerstreute Tageslicht geworden und wird deshalb meist krampfhaft geschlossen gehalten. Hand in Hand damit geht ein starkes Thränenträufeln, welches, ebenso wie die Photophobie, oft noch sehr lange anhalten und die pathologische Sekretion der Konjunktiva wochenlang überdauern kann und welches teils durch den allgemeinen Reizzustand, teils durch das Fremdkörpergefühl der Kalkpartikel, Eschara und Narben unterhalten wird.

Die mit dem Insulte und mit dem weiteren Verlaufe verbundenen Schmerzen sind meist viel geringer, als wie man das bei einer so schweren Verletzung eines so empfindlichen Organes erwarten sollte. GOSSELIN (31) beobachtete einen vollkommen schmerzfreien Fall, MACKENZIE (9) einen solchen, bei dem nur am ersten Tage Schmerzen bestanden, und in den früher von mir (311) beschriebenen Fällen hatte ein Patient nur beim Hineinfliegen des Kalkes und unmittelbar hinterher, seitdem aber nicht mehr, Schmerzen empfunden, bei einem anderen waren die Schmerzen erst nach und nach eingetreten, bei einem dritten sogar erst am nächsten Tage (anscheinend erst infolge ungeschickter Reinigungsversuche). Meine Beobachtungen an

lebenden Kaninchen zeigten mir, dafs bei feuchtem Kalkhydrate ziemlich schnell, bei trockenem Ätzkalke oder Kalkhydrate aber meist erst nach einiger Zeit, Schmerzen auftraten, die aber, auch unter Berücksichtigung der bekannten grossen Indolenz dieser Tiere, doch in keinem Falle besonders heftige zu sein schienen. Wir müssen wohl annehmen, dass hinreichend wirksame Kalkpräparate das Epithel und die obersten Parenchymschichten ziemlich schnell zerstören und damit einen Zustand von Analgesie in dem betroffenen Gebiete herbeiführen, dafs aber bei langsamer wirkenden, schwachen Präparaten auch die Mortifikation und die Analgesierung langsamer vor sich gehen und dafs damit die Periode der Schmerzhaftigkeit protrahiert wird. Namentlich die flottierenden, an ihrer Basis vielleicht noch nicht ganz abgestorbenen Fetzen des Hornhautepithels können noch eine Zeit lang die Ursache heftiger Schmerzen abgeben. Im allgemeinen dauern indessen diese Schmerzen selten über den 4.—5. Tag nach dem Unfalle hinaus. Dagegen kommen bisweilen im Verlaufe der Heilung anfallsweise auftretende, sich gelegentlich zu heftigen Ciliarschmerzen steigernde Empfindungen vor, die in der Regel an Exacerbationen, erneuerte Abstofsungen oder Blasenbildungen des Epithels u. dergl. geknüpft sind. Die Ansicht aber, dafs die Schmerzen erst entstehen oder doch vermehrt werden, wenn Wasser in ein mit Kalk verletztes Auge gebracht wird, beruht fraglos auf einem Irrtume, der seine Entstehung der Furcht vor dem „auf dem Auge sich löschenden Kalke“ verdankt und für den ich bei meinen sämtlichen Versuchen niemals einen Anhaltspunkt gewinnen konnte.

Das Sehvermögen ist durchweg sehr herabgesetzt, infolge der Photophobie am meisten bei stärkerer Beleuchtung. Aus den oben angeführten Gründen nimmt dasselbe in der ersten Zeit noch mehr ab, später aber glücklicherweise in manchen Fällen wieder zu, erreicht jedoch, wenn die Kornea in ihrem Parenchyme verletzt war, nie wieder eine annähernd normale Höhe. Gerade die Kalkverletzungen haben darin eine erheblich ungünstigere Prognose, wie andere chemische Verletzungen des Auges. In wie weit das Sehvermögen wieder zurückkehrt, hängt in der Regel vorzugsweise von der Verletzung der Kornea und von deren Heilungsverlaufe ab.

Die inneren Gewebe des Auges werden nur bei von vornherein penetrierenden Verletzungen oder in seltenen, besonders schweren Fällen direkt in die primäre Kalkverätzung hineingezogen. So will de Bovis (231) einmal teilweise Mortifikation der Sklera, de Gouvêa (60) Kalk in der Sklera und vorderen Kammer beobachtet haben. Auch Gühmann (136) und Thirion (243) wollen in der vorderen Kammer Chlorcalcium bezw. Kalk gefunden haben und de Bovis (231) beschreibt eine weifsliche Verfärbung der Iris in einem Falle von Kalkverletzung, die er geneigt scheint, auf eine Kalkimbibition

oder -präcipitation zurückzuführen. Jedenfalls sind aber diese Beobachtungen doch etwas fraglich und die Fälle sehr selten, in denen es zu einer direkten primären Kalkverletzung der inneren Augengewebe kommt. Am ehesten ist dieselbe wohl noch dann denkbar, wenn Glassplitter und dergl., an denen Kalkreste haften, mit Gewalt in das Auge eindringen.

Dagegen können sekundär auch alle inneren Gewebe bei einer Kalkverletzung in Mitleidenschaft gezogen werden, worauf näher einzugehen hier indessen zu weit führen würde. In der vorderen Kammer findet sich nicht selten Hypopyon, die Iris erscheint manchmal entzündet. Bei meinen Kaninchen beobachtete ich ferner noch Hyperämie der Chorioidea und der Retina, Glaskörperhämorrhagien, Glaskörperverflüssigung, Trübung und Schrumpfung der Linse. Ein besonderes Verhalten zeigt die Pupille, die sich fast sofort nach dem Kalkinsulte stark kontrahiert, auch wenn sie vorher unter Atropinwirkung stand, in diesem Zustande fast reaktionslos ist und sich auch durch starke Atropindosen in der ersten Zeit nicht mehr ad maximum dilatieren läfst.

Natürlich können gelegentlich, wenn es sich zugleich um mechanische Verletzungen des Bulbus handelt, gleich von vorn herein eine Anzahl anderer Komplikationen hinzutreten, die unter Umständen noch eine ernstere Bedeutung haben, wie die eigentliche Kalkverletzung selbst. So können vorkommen: Rupturen der Lider, Perforation der Augenmembranen, Hyphäma, traumatische Katarakt, Linsenluxation, Glaskörpersubstanzverlust, reizende Fremdkörper im Bulbusinnern und dergl.

Die eventuellen spätern Komplikationen im Verlaufe des Heilungsprozesses, die septische Infektion, die Kornealabscesse und -Ulcerationen mit ihren Konsequenzen, den Pannus crassus, die Iritis, die Phlegmone u. s. w. habe ich bereits erwähnt. Hat nun der Prozefs mit oder ohne diese Komplikationen eine meist beträchtliche Zeit bestanden, so zeigt er eine Tendenz ad bonum oder auch, und das leider nicht so ganz selten, ad malum. Aber auch in fast allen günstigen Fällen bleiben später doch dauernde Folgezustände zurück, die alle Formen von kleinen Korneatrübungen oder leichten Motilitätsstörungen bis zu einem ganz unbrauchbaren, phthisischen Bulbus darbieten können.

Durch die narbigen Schrumpfungen der Bindehaut kommt es namentlich bei Kalkverletzungen leicht zu Entropium und Trichiasis, auch Ektropium ist gelegentlich beobachtet worden. Ganz besonders ungünstig ist aber die oft mit keinem Mittel erfolgreich zu bekämpfende Tendenz der Konjunktivalblätter, unter sich oder mit dem Korneaepithel zu verwachsen. Es kommt dann zu mehr oder minder erheblicher, dauernder Beeinträchtigung der Beweglichkeit der Lider oder des Bulbus, infolge von Symblepharon-, Pterygium- oder Ankyloblepharonbildung, die gleichzeitig auch die optische Funktion beeinträchtigen kann, wie z. B. in dem von Fromm (236) mitgeteilten Falle, in dem

einige Zeit nach einer doppelseitigen Kalkverletzung, durch welche das rechte Auge ganz verloren gegangen war, auf dem linken ein brückenförmiges Symblepharon sich ausgebildet hatte, welches von der nasalen Hornhauthälfte zum unteren Lide sich hinzog. Wie weit unter Umständen die narbige Schrumpfung und die Verwachsung der Bindehaut gehen kann, zeigt ein anderer, von Franke (258) behandelter Fall von Kalkverletzung, in dem das linke Auge zerstört, die Bindehautsäcke fast ganz geschrumpft und nur noch etwa 3 mm tief waren und die Lidspalte nur noch $1^1/_2$ cm betrug, sodafs das Tragen einer Prothese erst nach einer Reihe mühsamer Operationen und Transplantationen leidlich ermöglicht werden konnte.

Durch Verwachsung und Schrumpfung der Lidbindehaut kann es gelegentlich auch zur Verlagerung der Thränenpunkte oder zur Verwachsung der Thränenröhrchen und damit zu andauerndem Thränenträufeln, eventuell mit konsekutivem Ektropium, kommen.

Von den vereinzelten schwereren Fällen abgesehen, sind aber die dauernden Folgen einer Kalkverletzung an der Konjunktiva doch bei weitem nicht von der Tragweite, wie die an der Kornea. Hier kommt es, auch wenn die Hornhaut bei der ersten Attaque nur in geringem Umfange getrübt und der Heilungsverlauf ein durchaus günstiger war, stets zu einer bleibenden Beeinträchtigung der Perlucidität der Membran, von der kleinen Nubecula bis zur totalen porzellanartigen Trübung des ganzen Areals, und damit stets zu einer mehr oder minder grofsen Sehstörung, die noch vermehrt wird durch den an die narbige Kontraktur sich regelmäfsig anschliefsenden Astigmatismus. Unter 26 Fällen, von denen 2 in totale Blindheit übergingen, beobachtete de Bovis (231) nur 3mal eine Rückkehr der normalen Funktion, es scheinen das aber die 3 von ihm erwähnten Fälle zu sein, in denen nur die Konjunktiva und nicht die Kornea vom Kalke getroffen worden war. In schwereren Fällen können aufser der Trübung noch adhärente Leukome, Staphylome und Kerektasien zur Entwickelung gelangen, wie das von Zander und Geissler (44), Trélat (133) u. A. beobachtet wurde. Simon (253) beschreibt einen Fall von Kalkverletzung, in welchem sich 3 Jahre nach dem Unfalle auf der ganz narbig gewordenen Kornea ein weifslicher fibromatöser Tumor ausgebildet hatte, der mit seiner Basis fast dem ganzen Limbus aufsafs.

Mehr oder minder erhebliche kosmetische Beeinträchtigung, Amblyopie in den verschiedenen Graden bis zur Amaurose, gelegentlich auch Atrophie und Phthise, sind die regelmäfsigen Ausgänge einer Kalkverletzung der Kornea. Bisweilen kann auch das andere, nicht verletzte Auge in Mitleidenschaft gezogen werden, wie in einem von Weber jr. (315) beobachteten Falle, in dem 4 Wochen nach einer Kalkverletzung des linken Auges die rechte Netzhaut erkrankte, so dafs V rechts schliefslich auf 0.4 sank. Glücklicherweise scheint indessen der Verlust auch des zweiten Auges durch

sympathische Ophthalmie gerade bei den Kalkverletzungen zu den Seltenheiten zu gehören.

Nur in ganz vereinzelten Fällen und fraglos nur dann, wenn die primäre Verletzung des Auges, insbesondere der Hornhaut, eine ganz leichte war, kann es auch wohl zu einer Restitutio in integrum kommen. Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht ein von Diebold (Schweizerische Zeitschrift, 1838, III) mitgeteilter Fall, in welchem sich ein 68jähriger Arbeiter das rechte Auge mit Stuck (also einem Gemenge von Gips und Kalk) verletzt, dasselbe aber sofort mittelst eines in Wasser getauchten Taschentuches selbst gereinigt hatte. Erst nach neun Wochen kam er, auf diesem Auge fast total erblindet, zum Arzte und dennoch soll das Auge nach längerer Behandlung die volle frühere Sehschärfe wieder erlangt haben. Die Richtigkeit dieser letzteren Angabe vorausgesetzt, müssen wir annehmen, da eine spontane Beseitigung einer wirklichen Kalktrübung ganz ausgeschlossen ist, dafs es sich bei der Sehstörung auf diesem Auge gar nicht um eine Kalkpräcipitation in die Hornhaut hinein, sondern wohl nur um eine oberflächliche Verletzung des Epithels und um eine sich daran anschliefsende, ausgedehnte sekundäre Infiltration gehandelt hat, die bei dem Alter des Mannes und bei dem Mangel geeigneter Therapie diesen protrahierten Verlauf genommen hatte. Der Stuck ist ja weit weniger gefährlich wie der reine Kalk und der Mann hat augenscheinlich das Glück gehabt, die Partikel dieser Substanz noch rechtzeitig und hinreichend mit Wasser entfernen zu können. Der günstige Ausgang ist für uns lehrreich und nicht so wunderbar wie für Diebold, der annahm, dafs „das Zubringen von Wasser natürlich nur die Entzündung vermehrt“ haben müsse, denn wir werden weiter unten sehen, dafs vermutlich gerade die sofortige Anwendung des Wassers dem Auge die Sehkraft gerettet hat.

Was nun die histologischen Veränderungen angeht, die bei einer Kalkverletzung an den Geweben der Hornhaut und Bindehaut beobachtet werden, so ist es ja selbstverständlich, dafs zu einer richtigen Erkenntnis der Natur und Entstehung der Kalktrübungen, insbesondere der der Hornhaut, eingehende mikroskopische Untersuchungen notwendig waren. Ich kann mich darüber an dieser Stelle aber sehr kurz fassen, denn einmal existieren über die histologischen Details der durch Kalk erzeugten Veränderungen in den beiden vorderen Augenmembranen bereits die bekannten trefflichen Arbeiten von de Gouvêa (60) und Gühmann (136), denen ich hinsichtlich dieses Gegenstandes mich im Allgemeinen anschliefsen kann, und dann will ich das, was ich an Besonderheiten fand und was an histologischen Einzelheiten für die Deutung der Kalktrübungen von Interesse ist, des besseren Verständnisses wegen lieber in die folgenden Abschnitte einflechten.

Über meine Untersuchungsmethoden selbst sei hier nur soviel erwähnt dafs ich die Kornea und Konjunktiva in Flächenpräparaten, in Flächen-

und Querschnitten, frisch und gehärtet, mit und ohne Tinktion untersuchte. Zur Erhärtung bediente ich mich des Formols (264, 267, 268, 269, 270) und zwar in der Form der von Jores (307) empfohlenen Formalinsalzlösung, welche mir durchaus gute Dienste leistete. Die Befürchtung, welche ich anfänglich hegte, dafs diese Lösung die Kalkdeposita in der Kornea auflösen oder chemisch verändern möchte, erwies sich aus den später zu erwähnenden Gründen als gegenstandslos. Die Härtung mit Alkohol ergab jedenfalls weit weniger gute Resultate, wegen der starken Schrumpfung und Trübung, die sie in den Geweben erzeugt, und die in Kali bichrom. verbot sich aus chemischen Rücksichten, die auch für die Wahl der Tinktionsmittel, in denen jedenfalls keine Säure enthalten sein darf, bestimmend waren. Im allgemeinen gelingt die Färbung der mit Kalk getrübten Hornhaut nur unvollkommen.

An geeigneten Präparaten bemerkt man nun, was auch schon makroskopisch sich zu erkennen giebt, dafs das Epithel der Kornea meist mehr oder minder zerstört und nur noch hier und da in Fetzen vorhanden ist. In diesen sind die Epithelzellen verändert, geschrumpft und getrübt, bisweilen auch gequollen, und zwischen ihnen finden sich dichte Einlagerungen jener amorphen, sagen wir „Kalkmassen", die bei durchfallendem Lichte bräunlich bis schwarz, bei auffallendem weifslich bis gelblich aussehen. Dieselben Massen, meist nur viel dichter, zeigen sich auch zwischen den Schichten, Bündeln und Fibrillen der Substantia propria corneae, die dadurch manchmal ganz verdeckt werden, so dafs histologische Details nicht mehr erkennbar sind. Bei starker Verätzung fand ich Kalk auch in der Descemet'schen Membran. Infolge der Einlagerungen und eventuell der sekundären Infiltrate erscheint das Parenchym nicht nur getrübt, sondern auch aufgelockert und gequollen (nicht verdünnt, wie de Gouvêa [60] behauptet), später aber nach Abstofsung der nekrotisierten Partien mehr oder minder erheblich verdünnt. Die fixen Hornhautkörperchen sind geschrumpft, Eiterzellen bei frischen Verletzungen mehr in der Gegend des Kornearandes, bei älteren mehr in der Nachbarschaft der Kalktrübungen bemerkbar. Auf Querschnitten zeigt sich, dafs die geätzten Hornhautpartien an ihrem Rande am wenigsten mächtig sind und nach ihrem Centrum zu allmählich an Dicke zunehmen, sodafs sie mit einer konvexen oder mehr konischen, manchmal ziemlich scharfen Grenzfläche in die übrige Kornea hineinragen. Bisweilen, so namentlich nach Ätzung mit Kalksalzlösungen, sind die Trübungen in der Nähe des Randes der Kornea, den sie in Ringform konzentrisch begleiten, dichter und nehmen nach dem Korneapol zu allmählich an Intensität ab.

Die histologischen Veränderungen, die eine Kalkverletzung an der Konjunktiva hervorruft, unterscheiden sich nicht wesentlich von den an der Kornea zu beobachtenden. Auch hier findet sich eine Zerstörung und Abstofsung des Epithels und eine Einlagerung von Kalkmassen in das Gewebe

und in die Buchten und Falten der Bindehaut, die natürlich hier noch um vieles beträchtlicher ist. Aufserdem aber kommt es hier sehr schnell zu einer ausgedehnten Quellung des lockeren Gewebes infolge des starken Ödems. In schweren oder in vernachlässigten Fällen kann sich die ätzende Substanz durch die ganze Konjunktiva bis auf die Sklera (32, 34) oder bis in den Lidknorpel, die Muskulatur u. s. w. gewissermafsen durchfressen. Man findet dann in der Konjunktiva ganze Nester von Kalkmassen. Was nun aber diese Kalkmassen in den verschiedenen Fällen sein können, werde ich in dem nächsten Abschnitte eingehender darlegen, mich dabei aber aus dem erwähnten Grunde vorzugsweise auf die Kalktrübungen in der Hornhaut beschränken.

IV. Die Entstehungsweise und die chemische Natur der Kalktrübungen in der Hornhaut.

Wie ich bereits oben erwähnte, haben fast Alle, die sich mit der Frage nach der Entstehung und der Natur der Hornhauttrübungen, wie sie regelmäfsig durch eine Reihe von Calciumverbindungen in der Kornea hervorgerufen werden, beschäftigt haben, auf eigene experimentelle Untersuchungen verzichtet oder dieselben doch nur in ungenügender Weise angestellt. Eine Ausnahme machen, soweit ich das wenigstens finden konnte, nur Gosselin (30, 31), de Gouvêa (60) und Gühmann (136), die es mit einiger Sorgfalt versuchten, diese Frage auch experimentell zu lösen. Da sie aber wohl die einschlägigen Methoden nicht sicher beherrschten und in der Deutung und Verwertung der von ihnen beobachteten chemischen Erscheinungen nicht hinreichend geübt waren, so kann es uns nicht wundern, dafs, wie wir unten noch kennen lernen werden, auch die von ihnen gewonnenen Ergebnisse nichts weniger wie einwandsfrei sind. Leider haben nun aber die daraus abgeleiteten, von ihnen und anderen mit mehr oder minder grofser Bestimmtheit verfochtenen Anschauungen allmählich eine fast allgemeine Verbreitung gefunden und zu therapeutischen Vorschlägen geführt, die so unrichtig sie sind, sich doch heute mit geringen Varianten fast in jedem Lehrbuche der Augenheilkunde wiederfinden und dem Laienpublikum von der Tagespresse, den am meisten interessierten Bauhandwerkern von ihrer Fachpresse und selbst von autoritativer Seite (313) bis in die neueste Zeit hinein immer wieder empfohlen werden. Auch der Arzt, der als Student und später als vielbeschäftigter Praktiker kaum in die Lage kommen wird, sich über diesen Gegenstand ein eigenes Urteil zu bilden, wird, wenn er eine der gar nicht so seltenen Kalkverletzungen zu behandeln hat, dieser allgemeinen Empfehlung vertrauen und in der wohl zuerst durch Gosselin (31) eingeführten Zuckerlösung das richtige Therapeutikum erblicken, das nach dem Einen ein Lösungs-, nach dem Anderen aber ein Neutralisations- oder sogar ein Fällungsmittel für Kalk sein soll.

Ehe ich nun der Lösung der Frage nach der Entstehung und der Natur der Kalktrübungen in der Hornhaut, die uns ja allein brauchbare Fingerzeige für eine etwaige Therapie liefern kann, an der Hand meiner eigenen Untersuchungen näher trete, sei es mir gestattet, hier kurz einige der bisher veröffentlichten Anschauungen über diesen Gegenstand anzuführen, was mir einmal um spätere Wiederholungen zu vermeiden, dann aber auch deshalb als wünschenswert erscheint, weil, wie wir sahen, diese Anschauungen keineswegs ein ausschliefslich akademisches Interesse behalten haben.

Während Rosas (8, p. 642) annahm, dafs „gelöschter Kalk in der Regel nur eine Aufätzung oder blofs eine Gerinnung der zwischen den Hornhautlamellen cirkulierenden Lymphe" veranlasse und sich dadurch wesentlich von dem weit gefährlicheren ungelöschten Kalke unterscheide, und Ruete (34, p. 354) behauptete, dafs sowohl die Hornhaut wie die Sklera dem Kalke einen grofsen Widerstand zu leisten imstande seien, brachte Gosselin (30, 31) meines Wissens zuerst den experimentellen Nachweis, dafs auch der gelöschte Kalk auf die Konjunktiva, Kornea und Sklera ganz energisch und deletär einwirken kann. Die dabei entstehende weifsliche Verfärbung der Hornhaut hält Gosselin für Kalkhydrat, welches als solches in die Kornea imbibiert sei, nicht für eine Albumingerinnung oder für ein Entzündungsprodukt. Durch Säuren, insbesondere durch Salz- und Essigsäure, will Gosselin die Trübungen gelöst und beseitigt haben, namentlich aber auch durch Zuckerwasser. De Gouvêa (60), der sich dann im Jahre 1869 wieder eingehender mit den Kalkverletzungen des Auges beschäftigte, nimmt dagegen an, dafs der Kalk der Kornea Wasser entziehe und dabei in Form feiner Partikel in diese eindringe. Auch im späteren Narbengewebe finde sich Kalk, und ebenso regelmäfsig im Humor aqueus. Bei Behandlung der Trübungen mit Schwefelsäure will de Gouvêa Gipskrystalle erhalten haben, bei frischen Kalkverletzungen und im Kammerwasser mit lebhafter Gasentwickelung, bei alten Kalktrübungen aber ohne eine solche. Daraus zieht de Gouvêa den unbegründeten Schlufs, dafs es sich um Einlagerung von kohlensaurem Kalke handele, obschon er zugeben mufs, dafs Chrom-, Salz- und Essigsäure die Trübung nicht aufhellt. Auch schon v. Graefe (32) hatte bei seinen Untersuchungen einen merklichen Einflufs von Essigsäure auf die Trübung nicht beobachten können, was Passerat (97) mit der Annahme zu erklären versucht, dafs die Kornea durch die Ätzung für lösende Reagenzien minder permeabel geworden sei. Schweigger (116) geht dagegen wieder auf die alte Ansicht von Gosselin zurück, dafs das Kalkhydrat in feiner Verteilung in das Gewebe eindringe, und Gühmann (136), der bisher die besten und umfangreichsten Untersuchungen über diesen Gegenstand geliefert hat, huldigt im ersten Teile seiner Arbeit ebenfalls dieser Ansicht, kommt aber dann durch theoretische Erwägungen, die er allerdings später auch experimentell zu begründen sucht, zu der Hypothese, dafs das Kalkhydrat vor der Kornea mit dem Kammerwasser

hinter derselben eine Diffusion eingehe, wobei Chlorcalcium in Lösung in die vordere Kammer eindringe, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk aber in dem Hornhautparenchym niedergeschlagen würde. Wir werden uns mit dieser anscheinend so plausiblen Theorie später noch eingehender zu beschäftigen haben. Entsprechend dem Wechsel in seinen Anschauungen spricht Gühmann nun einmal von einer Kalkimbibition (l. c., p. 27 und 28), dann von einer Kalkinfiltration (p. 35, 42, 44) und Kalkeinlagerung (p. 42), und endlich (p. 49 ff.) von einer Kalkdiffusion. Auch Michel (223, p. 693), der darin Gühmann folgt, läfst die Kalktrübungen aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke bestehen, und Silex (300, p. 90) empfiehlt aus derselben Anschauung gegen Kalktrübungen Selterswasser-Instillationen. De Bovis (231), der sich nach Gühmann zuerst wieder eingehender mit unserem Gegenstande beschäftigt hat, nennt die Kalktrübungen promiscue Infiltrationen, Imprägnationen und Inkrustationen, geht auf ihre chemische Natur aber gar nicht näher ein. Stroschein (254) ist meines Wissens zuerst auf die Idee gekommen, ohne indessen einen experimentellen Nachweis dafür zu versuchen, dafs der Ätzkalk mit dem Eiweifse der Gewebe eine organische Verbindung eingehe, was schon Thompson (11) vor ihm hinsichtlich der Schwefelsäure vermutet hatte. Diese richtige Anschauung, von der sich übrigens auch schon bei Gosselin (31) einmal beiläufig eine Andeutung findet, hat Stroschein indessen gleich wieder selbst verfahren, indem er behauptet, das so entstandene Calciumalbuminat sei in Wasser leicht löslich, dringe in die Tiefe der Kornea ein, reifse dabei Kalkhydratlösung mit sich und erzeuge dadurch so tief gehende Zerstörungen. In den Saftlücken soll sich dann nach Stroschein das Calciumalbuminat und das Kalkhydrat mit der freie Kohlensäure führenden Gewebelymphe in kohlensauren Kalk verwandeln.

Wir sehen daraus, dafs die Anschauungen über die Entstehung und über das Wesen der Kalktrübungen äufserst mannigfaltige sind. Die landläufige Ansicht ist wohl die, dafs der Kalk bei seiner Einwirkung auf die Hornhaut mechanisch in dieselbe eindringe und dort als solcher mehr oder minder persistiere, wobei dann die Meisten mit dem Begriffe „Kalk“ eine etwas unklare Vorstellung verbinden, der Eine mehr an Ätzkalk oder Kalkhydrat, der Andere mehr an kohlensauren, phosphorsauren etc. Kalk denkt. Um uns aber über die Wege, auf denen diese Kalktrübungen zustande kommen, und über ihre Natur Aufklärung zu verschaffen, müssen wir uns zunächst ganz kurz einige anatomische und physiologische Daten ins Gedächtnis zurückrufen, die die Hornhaut und das Kammerwasser betreffen und die im wesentlichen den trefflichen Ausführungen Waldeyer's (83) über diesen Gegenstand entsprechen.

Die menschliche Hornhaut besteht aus 5 deutlich unterschiedenen Schichten: 1. Dem Epithel (vorderes Epithel, Korneaepithel); 2. der vorderen Basalmembran (Bowman'sche Membran, Membrana elastica anterior); 3. dem eigentlichen Hornhautgewebe (Parenchym, Substantia propria corneae);

4. der hinteren Basalmembran (Descemet'sche oder Demours'sche Membran, Membrana elastica posterior); 5. dem Korneaendothel, welches die Augenkammer nach vorne begrenzt. Die ganze Kornea, welche entwickelungsgeschichtlich aus 3 Schichten sich aufbaut, besitzt im vorderen Augenpole eine Dicke von etwa 0.9 mm, am Sklerallimbus eine solche von etwa 1.12 mm.

Das Korneaepithel besteht aus einem mehrschichtigen Epithel, welches in den vorderen (oberen) Lagen mehr platte, in den hinteren mehr cylindrische, schlauchförmige Zellen erkennen läfst. Durch geeignete Methoden läfst sich das Hornhautepithel in toto oder in gröfseren Fetzen isolieren, da die einzelnen Zellen und die Zellschichten durch eine eiweifsartige Kittsubstanz verbunden sind, in der und neben der Rählmann (98) auf Grund eigener und der Versuche, die Arnold und Thoma an dem Epithel der Froschzunge anstellten (Virchow's Archiv, Band 64 und 65), noch besondere präformierte Lymphlücken annimmt, die aber Foa (Virchow's Archiv, Band 65, p. 284) für künstlich erzeugte Spalten hält. Die Existenz der intercellulären Kittsubstanz läfst sich durch Tinktion mit Gold- und Silbersalzen, Schreibtinte u. dergl. mit Sicherheit feststellen. Eigentliche Ernährungsgefäfse sind aber bis jetzt im Korneaepithel noch nicht gefunden worden, wohl dagegen reichliche Nervenverzweigungen und Nervenausläufer. Die Ernährung der Epithelzellen erfolgt anscheinend vom Parenchym aus durch eine Art von Diffusion von Zelle zu Zelle, die Regeneration derselben nach den Untersuchungen von v. Recklinghausen, Zielonko, Krause und Eberth (Virchow's Archiv, Band 67) von der untersten Epithelzellenlage aus durch Abschnürung.

Die Bowman'sche Membran, welche, wie Saemisch nachgewiesen hat, dem Kaninchenauge fehlt, ist stärker lichtbrechend wie das Epithel, ziemlich dünn und geht ohne scharfe Grenze nach hinten in das Korneaparenchym über, an dem sie auch beim Abpräparieren des Epithels meist haften bleibt. Nach der allgemeinen Annahme ist diese Membran homogen, nach Rählmann (98) zeigt sie indessen „eine fibrilläre Textur von ungemein innigem Gefüge".

Die Hauptmasse der Hornhaut bildet die dritte und mittelste Schicht, das Parenchym. Dasselbe besteht zunächst aus einer Grundsubstanz von einzelnen sehr feinen Fibrillen, die, zu Gruppen inniger vereinigt, Bündel und Lamellen bilden und durch eine interfibrilläre, interfascikuläre und interlamelläre homogene Kittsubstanz zusammengehalten werden. Die Fibrillenbündel überkreuzen und durchflechten sich vielfach, während die Lamellen in den hinteren Schichten weniger innig zusammenhängen, in den vorderen aber durch besondere Fibrae arcuatae fester miteinander verwachsen sind. Die Fibrillen lassen sich, wie Schweigger-Seidel gezeigt hat, durch übermangansaures Kali oder durch 10 %ige Kochsalzlösung zur Anschauung bringen, indem die genannten Agentien die homogene Kittsubstanz auflösen. Da sich dabei eine Lösung von Myosin bildet, so hält Waldeyer die

Kittsubstanz für protoplasmaartig, während His sie zu den Mucoidsubstanzen rechnet. Engelmann leugnet überhaupt die Existenz einer solchen Kittsubstanz und nimmt dafür eine interlamelläre Flüssigkeit an. Rählmann (l. c.) dagegen behauptet wieder, dafs eine besondere Kittmasse, die er einmal „flüssigweich", ein anderes Mal „festweich" nennt, doch existiere und so geartet sei, dafs sie in der Mitte zwischen den Fibrillenbündeln mehr dünnflüssig erscheine, „nach den begrenzenden Fibrillenbündeln hin aber an Konsistenz und Dichtigkeit" zunehme. Waldeyer will diese Kittsubstanz an gequollenen Hornhäuten sogar „in Form gekörnter, wie Protoplasma aussehender Massen" direkt wahrgenommen haben. Mir selbst scheint nach dem Verhalten gegen Tinktionsmittel und chemische Agentien die Existenz einer besonderen, eiweifsähnlichen Kittsubstanz in der That nicht zweifelhaft.

In dieser Kittsubstanz will nun v. Recklinghausen ein eigenes System von präformierten Hohlräumen, bestehend aus gröfseren Lücken und feineren Kanälchen, entdeckt haben, und Waldeyer glaubt das auf Grund seiner allerdings nicht einwandfreien Versuche mit Silberimprägnation, mit Injektion und mit „Transsudation" von Eisenvitriollösung und nachfolgender Behandlung mit Blutlaugensalz bestätigen zu können. Nach ihm (l. c.) besteht dieses System aus „Saftlücken", die interlamellär, und aus mit diesen und untereinander zusammenhängenden „Saftkanälchen", die „interlamellär, interfascikulär und vielleicht auch interfibrillär" angeordnet sind. Leber (46) hat anfänglich diesen Saftkanälchen sogar besondere Wandungen zugeschrieben. Er hält sie für präformierte Lymphbahnen, die mit denen der Konjunktiva kommunizieren und wie eine Art von Lymphscheide die Nervenendigungen in der Kornea begleiten sollen. Auch Gühmann (136, p. 47) glaubt, nachdem er zunächst die Beweiskraft der Waldeyer'schen Versuche angezweifelt hat, nach seiner Meinung in „überzeugender" Weise, in Wirklichkeit aber doch mit nicht gröfserer Sicherheit, die Existenz des v. Recklinghausen'schen Saftlückensystems durch seine Ätzversuche mit Kalkmilch erwiesen zu haben. In diesen Lücken sollen sich nach Waldeyer (l. c.) Gewebesaft, fixe Hornhautzellen, Wanderkörper und vereinzelte Pigmentzellen finden. Den Gewebesaft hat Waldeyer zwar nicht direkt nachzuweisen vermocht, er vermutet denselben aber, wie es scheint, per analogiam und behauptet, dafs derselbe eine seröse Flüssigkeit sei, „die mit dem Humor aqueus übereinstimmt, da die Hornhaut keine eigenen Gefäfse besitzt und der Humor fortwährend mit Leichtigkeit durch die Hornhautmasse transsudiert". — His, Rollet und Schweigger-Seidel leugnen dagegen die Existenz besonderer präformierter Kanälchen und Hohlräume im Hornhautparenchym und halten dieselben für künstlich gesprengte interfibrilläre Räume. Auch Rählmann schliefst sich dieser Meinung an, obschon er gerade es ist, der für das Korneaepithel, welches derselben doch weit weniger bedarf, besondere präformierte Lymphbahnen ausdrücklich behauptet.

Ich bin meinerseits zwar nicht in der Lage, die Existenz eines solchen präformierten Lückensystems im Hornhautparenchym in Abrede stellen zu können; doch sind diese Lücken immerhin bisher noch nicht mit aller Sicherheit nachgewiesen worden, und wenn sie wirklich existieren sollten, so sind sie vielleicht doch nicht eigentliche Hohlräume und nicht mit einer aus dem Humor aqueus stammenden besonderen Flüssigkeit angefüllt. Ich habe die Versuche von WALDEYER wiederholt und bin dabei im Ganzen zu denselben Resultaten gekommen wie jener, kann mich aber doch nicht der Überzeugung verschliefsen, dafs es sich, sowohl was die Injektion der vermeintlichen Saftlücken, wie die Diffusion in und durch die Kornea angeht, höchst wahrscheinlich nur um die Wirkungen eines starken künstlichen Druckes handelt. Die Silberimprägnation und die GÜHMANN'sche Kalkätzung beweisen aber ebenso wenig die Präexistenz der Saftkanäle, da man deren Ergebnisse viel eher auf die Erzeugung unlöslicher Niederschläge in der Kittsubstanz zurückführen kann. Nach meiner Meinung, die sich sowohl auf eigene Versuche, wie auf die Anderer stützt, liegt die Sache am wahrscheinlichsten so: Zwischen den Grundfibrillen, den Fibrillenbündeln und den Lamellen befinden sich Zwischenräume von wechselnder Ausdehnung, gröfsere und kleinere, am kleinsten zwischen den Fibrillen, am gröfsten zwischen den Lamellen. Diese Zwischenräume sind aber nicht hohl, sondern sind, wie das auch schon WALDEYER (l. c.) angegeben hat, mit einer interfibrillären, interfascikulären und interlamellären, übrigens gleichartigen, eiweifsähnlichen Kittsubstanz ausgefüllt. Intra vitam ist diese Kittsubstanz flüssig, weich und je nach dem ihr zu Gebote stehenden Raume von wechselnder Mächtigkeit. Dort wo sie hinreichend mächtig ist, wo also die Fibrillenbündel und -lamellen hinreichend weit auseinanderweichen, liegen die fixen Hornhautkörperchen in die Kittsubstanz eingebettet, dort werden auch die Wanderzellen am ehesten Raum zu ihrer Bewegung finden und dort werden am leichtesten der aus dem Randschlingennetz stammende Lymphstrom-Injektionsmassen, Tinktionsmittel und chemische Agentien sich Bahn brechen können. Geschieht das mit einiger Gewalt oder gerinnt und schwindet post mortem die Kittsubstanz, so können dadurch recht wohl präformierte Hohlräume vorgetäuscht werden, die aber auch für den zweifellos im Hornhautparenchym vorhandenen Lymphstrom weder präformiert noch überhaupt konstant zu sein brauchen, sondern je nach anatomischen, physiologischen und pathologischen Veränderungen wechseln können.

An das Parenchym schliefst sich nach innen zu die vierte Schicht, die DESCEMET'sche Membran an, eine glashelle, stark elastische Haut von geringer Mächtigkeit, in der WALDEYER Porenkanälchen nicht hat finden können, und an diese endlich das einschichtige Korneaendothel, welches von polygonalen, platten Zellen gebildet wird.

Blutgefäfse finden sich in der Kornea nur foetal und kurze Zeit post partum, sowie bei pathologischen Zuständen, sonst aber niemals. Dagegen treten nach den Untersuchungen von SAEMISCH (43) etwa 40—50 kleine Nervenstämmchen am Hornhautrande in das Parenchym ein, verlieren dort bald ihr Mark und verzweigen sich dann als nackte Achsencylinder reichlich im Parenchym und im Epithel der Hornhaut. Auf die letzten Ausläufer dieser Nerven zurück zu kommen, werden wir in einem späteren Abschnitte noch Veranlassung haben.

Was nun ferner zunächst die chemische Beschaffenheit der Hornhaut angeht, so besteht dieselbe vorzugsweise aus Wasser und Eiweifs, sowie geringen Mengen von Salzen. Im Durchschnitte beträgt bei den meisten tierischen Geweben der Gehalt an Wasser etwa 80 %, der an Eiweifs etwa 20 %, während der Salzgehalt normalerweise niemals über 1.5 % steigt. Speziell für die Hornhaut haben die sehr sorgfältigen Untersuchungen von MICHEL und WAGNER (169) folgende Zahlen ergeben:

a) Epithel: Wasser 72.11 %, Asche 0.75 %. Unter den Stickstoffsubstanzen finden sich zwei Albuminate, welche mit dem Serumalbumin und dem Eieralbumin identisch zu sein scheinen, und zwei dem Myosin und Serumglobulin ähnliche Globuline.

b) Parenchym: Wasser 72.5 %, Asche 0.66 %, aufserdem ein Alkalialbuminat, Korneaglobulin und Korneachondrin.

c) DESCEMET'sche Membran: Wasser 78.16 %, Globulin, Alkalialbuminat und Spuren von Eiweifs.

Nach den Angaben von MOERNER (272) besteht die etwa 25 % der Gesamtmasse der Kornea ausmachende Trockensubstanz, von den anorganischen Salzen abgesehen,

a) beim Korneaparenchym aus 80 % Kollagen, einer geléeartigen Masse mit den Eigenschaften des Glutins, und aus 20 % Korneamucoid, einer mucinähnlichen Substanz, die in schwach alkalischem Wasser bei 30—40° C. löslich, mit Essigsäure fällbar ist und sehr viel Schwefel (2.1 %) enthält;

b) beim Korneaepithel vorzugsweise aus einer anscheinend mit Paraglobulin identischen Globulinsubstanz, die mit Ammoniak ausgezogen werden kann;

c) bei der DESCEMET'schen Membran neben wenig Albuminat in der Hauptsache aus tierischem Membranin, welches in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien erst bei höherer Temperatur löslich ist.

Die in der Kornea enthaltene Lymphe, welche bei der geringen Cirkulation in dieser Membran ja nur einen kleinen Bruchteil derselben ausmachen kann, dürfte, falls sie nicht aus dem Kammerwasser stammt, was, wie wir sehen werden, im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, in ihrer chemischen Zusammensetzung annähernd mit der allgemeinen Körperlymphe überein-

stimmen, für die sich nach den Untersuchungen von Hensen, Dähnhardt, Rosenstein und Munk u. A. annähernd folgende Zusammensetzung ergeben hat: Wasser 95 %, Eiweifs 4 %, Salze 1 %. Von diesen Salzen sind etwa 0.6 % Chlornatrium, 0.05—0.2 % kohlensaures Natron und 0.02—0.03 % Sulfate und Phosphate.

Im Humor aqueus fanden Michel und Wagner (l. c) alkalische Reaktion, Fällbarkeit (Trübung) mit Essigsäure und folgende Bestandteile: Wasser 98.71 %, Asche 0.89 %, Eiweifs 0.107 %, sonstige organische Substanzen 0.293 %, keinen Zucker und keinen Harnstoff.

Cahn (113) erhielt bei seinen Untersuchungen über die Bestandteile des Kammerwassers folgendes Ergebnis: Wasser 98.777 %, Asche 0.993 %, Eiweiss 0.082 %, sonstige organische Substanzen 0.148 %. Von den anorganischen Salzen, die also etwa 1 % der Gesamtmasse des Humor aqueus ausmachten, waren Chlornatrium 78.11 %, Natriumcarbonat 8.72 %, Kaliumsulfat 5.99 %, Chlorkalium 2.92 %, Natriumphosphat 1.99 %, Calciumphosphat 0.62 %, Magnesiumphosphat 0.40 %.

Lohmeyer (27) giebt dagegen für das Kammerwasser folgende von den vorigen etwas abweichende Zahlen: Wasser 98.687 %, anorganische Bestandteile 0.846 %, organische Bestandteile 0.467 %. Unter den festen Substanzen sollen sich befinden: Natriumchlorid 0.7689 %, Natriumalbuminat 0.1223 %, Extraktivstoffe 0,0421 %, Kalkerde 0.0259 %, Kaliumsulfat 0.0221 %, phosphorsaure Erden 0.0214 %, Kaliumchlorid 0.0113 %.

Aus diesen drei Analysen, welche im grossen und ganzen ziemlich übereinstimmen, würden die uns für unseren Zweck interessierenden Bestandteile des Kammerwassers in runden Zahlen etwa sein: Wasser 98.5—99 %, Chlornatrium 0.75 %, Natriumcarbonat 0.08 %, Sulfate und Phosphate zusammen 0.05—0.08 %, Eiweifs 0.08—0.1 %.

Für die Hornhautsubstanz, welche, wie wir sahen, bei ca. 25 % Eiweiss nur insgesamt 0.66—0.75 % Salze enthält, dürfen wir nun wohl annehmen, dafs die Salze annähernd dieselben sind, wie im Kammerwasser, sodafs sich also die Prozentzahlen der Carbonate, Sulfate und Phosphate hier noch erheblich niedriger stellen, wie beim Humor aqueus.

In der Thränenflüssigkeit fand Lerch (33): Wasser 98.223 %, Chlornatrium 1.257 %, Albumin 0.504 %, Salze 0.016 % und Spuren von Fett. Unter den Salzen befanden sich kohlensaures Natron, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk und Magnesia.

Diese anatomischen und physiologischen Thatsachen werden wir, ebenso wie die oben erwähnten chemischen Eigenschaften der Calciumverbindungen, im Auge behalten müssen, wenn wir zu einer zutreffenden Erklärung der Entstehung und der Natur der Kalktrübungen in der Hornhaut gelangen wollen. Wir haben schon wiederholt gesehen, dafs unter den Calciumsalzen einige sich befinden, welche für das Auge unschädlich sind, und dafs diese

unschädlichen Salze, wenn wir den Gips ausnehmen, gerade alle diejenigen sind, welche sich in Wasser nicht lösen. Es ist also ganz unverkennbar die Löslichkeit eine notwendige Vorbedingung für die Schädlichkeit der Calciumverbindungen dem Auge gegenüber. Alle unlöslichen Calciumsalze sind für das Auge indifferent, alle löslichen, mit Ausnahme des Gipses, gefährlich. Kommt eine Calciumverbindung mit dem Bulbus in Berührung, so dringt sie nur dann in denselben ein und erzeugt in ihm eine Trübung, wenn sie löslich ist. Es ist gar nicht daran zu denken, dafs Hornhauttrübungen, wie das Gosselin, de Gouvêa u. A. annehmen, im allgemeinen durch einfaches primäres Eindringen fester Kalkpartikel in das Hornhautgewebe entstehen könnten. Dagegen spricht die Beobachtung an den unlöslichen Calciumverbindungen, und aufserdem haben wir, von den noch unsicheren Rählmannschen Lymphlücken im Korneaepithel abgesehen, in der Hornhaut doch eine durch ihr dichtes Plattenepithel nach aufsen vollkommen geschlossene Membran vor uns, die in unverletztem Zustande für etwa eindringen wollende Kalkpartikel keinerlei offene Wege bietet. Gelegentlich können solche ja wohl vorhanden sein oder alsbald sich bilden, so bei bestehenden Hornhautleiden, bei besonderer Heftigkeit des Insultes, durch ungeschickte Reinigungsversuche des Patienten oder Anderer, durch Druck und Reibung der Lider auf dem Bulbus oder endlich durch die Auflockerung und teilweise Zerstörung des Gewebes, welche sich sehr bald an die primäre Kalkwirkung anschliefsen. Deshalb findet man auch bisweilen bei in vivo erfolgten Kalkverletzungen noch Partikel der unveränderten Substanz in den vorderen Hornhautschichten. Bei Behandlung toter Augen mit Calciumsalzen aber und bei vorsichtigem Verfahren kommt es trotz der Auflockerung des Gewebes zu keiner oder doch nur zu sehr geringer Imprägnation der unveränderten Substanz, auch dann, wenn die Trübung eine sehr dichte geworden ist. Die mechanische Imprägnation mit der Materia peccans kann also nur ein gelegentlicher Faktor bei der Entstehung der oft die ganze Membran durchsetzenden Trübungen sein, zumal ja auch konzentriertere klare Calciumsalzlösungen, bei denen ja von einer Imprägnation keine Rede sein kann, dieselben Trübungen erzeugen.

Das Hauptmoment für das Zustandekommen der letzteren ist also die Löslichkeit des betreffenden Calciumsalzes. Es ist dabei im Prinzipe gleichgültig, ob dieses Salz als Lösung, in feuchtem Zustande oder als ganz trockene Substanz auf den Bulbus gelangt. Nur einer absolut trockenen Kornea gegenüber bleiben die trockenen Kalksalze indifferent; im Leben wird das aber ja niemals vorkommen, da schon die den Augapfel bespülende physiologische Flüssigkeit hinreicht, um die trockenen Präparate theilweise in Lösungen überzuführen. Diese Flüssigkeit, das vereinigte Sekret der Thränendrüsen und der Konjunktivalschleimhaut, besteht ja, wie wir sahen,

aus 98.5 % Wasser und 1.5 % Salzen, von denen wieder die Hauptmenge, etwa 1—1.2 %, Chlornatrium ist. Die Thränenflüssigkeit löst also die Calciumsalze ebenso gut, wie gewöhnliches Wasser; die Salze derselben spielen dabei keine Rolle, weil das Chlornatrium sich den Calciumsalzen gegenüber chemisch durchaus indifferent verhält und die übrigen Salze nur in minimalen Spuren in der Thränenflüssigkeit enthalten sind.

Es können also die Calciumsalze nur in Form von Lösungen auf das Auge schädigend einwirken, und doch scheinen dieser Annahme einige Thatsachen zu widersprechen. So ist es unverkennbar, dafs breiförmige, also feuchte Calciumverbindungen und selbst ganz trockene weit schneller und intensiver trüben, wie konzentrierte Kalksalzlösungen, und dafs auch diese Lösungen sich ganz verschieden verhalten, so dafs z. B. Gipswasser gar nicht, Kalkwasser nur wenig, Chlorcalciumlösung ziemlich stark einwirkt. Es sind diese Widersprüche aber nur scheinbare, die sich leicht erklären, wenn man bedenkt, dafs die auf den Bulbus als solche gelangenden Lösungen nur geringe Quantitäten an Trockensubstanz mitbringen, während die feuchten und trockenen Salze auf dem Bulbus fortwährend neue Lösungen erzeugen, und dafs manche Calciumverbindungen die Eigenschaft besitzen, das Gewebe der Hornhaut teilweise zu zerstören und sich dadurch schneller Eingang zu verschaffen.

Sehen wir von dieser letzteren, gewissermafsen präparatorischen Eigenschaft ab, welche keineswegs allen unverkennbar schädigenden Calciumverbindungen innewohnt und welche deshalb auch nicht die Hauptsache, sondern nur ein begünstigender Faktor bei der Entstehung der Kalktrübungen sein kann, so können die letzteren nur dadurch zu stande kommen, dafs die gelösten Kalksalze in das Hornhautgewebe eindringen und dort irgendwie geartete Niederschläge erzeugen. Auch für diesen Vorgang bieten sich wieder verschiedene Möglichkeiten: entweder handelt es sich um eine Imbibition oder Infiltration der Kalksalze in das Hornhautgewebe hinein, oder um eine Diffusion derselben mit dem Humor aqueus, oder um eine chemische Veränderung der Hornhautsubstanz durch die Calciumverbindungen, oder endlich um eine Kombination zweier oder aller drei Vorgänge, wobei in jedem Falle das Resultat in der Bildung einer unlöslichen und undurchsichtigen Masse im Gewebe der bis dahin durchsichtigen Kornea besteht. Je nach dem Vorgange wird diese Masse aber verschieden sein müssen, bei der Infiltration mit dem eindringenden Kalksalze identisch, bei der Diffusion eine chemische Verbindung des letzteren mit den gelösten Substanzen des Kammerwassers, bei der rein chemischen Einwirkung eine solche mit den Bestandteilen des Hornhautgewebes selbst. Man wird daher, um zu einer zutreffenden Erklärung der Kalktrübungen zu gelangen, nicht allein die Möglichkeit einer Infiltration oder Diffusion in oder durch die Kornea, sondern auch namentlich die chemische Natur der Trü-

bungen selbst zu untersuchen haben und dabei auch die Form und Menge derselben berücksichtigen müssen. Da die Begriffe Diffusion, Transfusion, Infiltration und Filtration bei den bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand promiscue gebraucht und, wie das schon Riesenfeld (75) betont, vielfach miteinander verwechselt wurden, so möchte ich hier vorausschickend bemerken, dafs ich unter Filtration das vollständige Durchdringen einer Flüssigkeit durch die Kornea von einer Seite aus, gleichviel ob von der inneren oder von der äufseren (Riesenfeld nennt Filtration oder Transfusion nur das Eindringen von Humor aqueus in die Kornea von der vorderen Kammer aus), unter Infiltration (natürlich nicht zu verwechseln mit dem pathologischen Begriffe des „Hornhautinfiltrates") das Eindringen, nicht Durchdringen, einer Flüssigkeit in die Hornhaut von einer Seite aus und unter Diffusion das gleichzeitige Durchdringen zweier verschiedenen Flüssigkeiten von beiden Seiten der Kornea aus, verstanden wissen möchte, wobei in allen Fällen die Hornhautsubstanz als solche zunächst unverändert bleibt und nur die Rolle eines Filters spielt.

Bisher nahm man meistens an, dafs es sich bei den Hornhauttrübungen durch Kalksalze um einen Infiltrations- oder Diffusionsvorgang handle, indem man früher mehr an eine einfache Infiltration ohne Beteiligung des Kammerwassers, neuerdings, namentlich seit den Untersuchungen von Gühmann (136), mehr an eine Diffusion dachte. Es setzen diese Anschauungen aber die Annahme voraus, dass die Kornea überhaupt infiltrationsfähig oder diffusionsfähig sei, eine Annahme, die indessen vielfach umstritten wurde und die auch heute noch kontrovers ist.

Bis etwa zum Jahre 1871 war man ziemlich allgemein der Ansicht, dafs das Gewebe der Kornea zwar indifferenten Flüssigkeiten den Eintritt oder Durchtritt von der Epithelseite aus verwehre, dafs es aber dem Kammerwasser nicht nur den Eintritt gestatte, sondern sogar auf diese Weise ernährt werde. Doch hatten schon Demours und v. Ammon darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich die Membrana Descemetii einem solchen Eintritte des Kammerwassers Widerstand leiste, während Coccius zwar die Aufnahme des Humor aqueus in die Kornea zugab, die Ernährung der Kornea aber davon nicht abhängig sein lassen wollte. Man stützte die Ansicht, dafs die Hornhaut für das Kammerwasser durchgängig sei, vorzugsweise auf die Thatsache, dafs, wenn man ein exstirpiertes Auge stark drückt, auf der Korneaoberfläche kleine Tröpfchen sichtbar werden, welche auch schon von Leeuwenhoek beobachtet waren. Donders (35), His (36), v. Graefe (57) und Stellwag v. Carion (59) nehmen ebenfalls eine Permeabilität der Hornhaut für das Kammerwasser und einen Zusammenhang dieses Umstandes mit der Ernährung der Membran an. Auch Waldeyer (83) teilt noch diese Ansicht, indem er ausdrücklich den Gewebesaft des Korneaparenchyms eine seröse Flüssigkeit nennt, die mit dem Humor aqueus übereinstimme, da die Hornhaut keine eigenen

Gefässe besitze und der Humor fortwährend mit Leichtigkeit durch die Hornhautmasse transsudiere. Während His und Waldeyer ihre Behauptung auf Versuche stützen, bei denen sie die betreffende Flüssigkeit mit hohem Druck durch die Kornea hindurch preſsten, will Laqueur (77) beobachtet haben, daſs Flüssigkeiten, welche in die vordere Kammer gebracht wurden, mit groſser Leichtigkeit, auch ohne jeden Druck, durch die ganz unversehrte Hornhaut transsudierten, sobald nur das vordere Epithel entfernt wurde, welches für die verwendeten Fluida (gelbes Blutlaugensalz) impermeabel sei. Riesenfeld (75) hat nun aber auf Grund sorgfältiger und glaubwürdiger Versuche den Nachweis erbracht, daſs umgekehrt sogar bei ziemlich hohem künstlichem Drucke keine Flüssigkeit in die Hornhaut von der vorderen Kammer aus eindringt, solange nur die Membrana Descemetii intakt ist, da die letztere nicht „transfusionsfähig" ist, wenigstens nicht für das Kammerwasser (Riesenfeld nennt die Filtration durch die Kornea von der hinteren Kammer aus fälschlich auch Transfusion). Ähnlich spricht sich auch Leber (78) aus, der die Ergebnisse eingehender Untersuchungen in die folgenden Sätze zusammenfaſst: „Die Kornea hält während des Lebens und unmittelbar nach dem Tode den Humor aqueus vollkommen zurück." „Auch bei künstlicher Steigerung des Augendruckes treten auf der lebenden Hornhaut keine Tröpfchen hervor." „Es ist nicht anzunehmen, dass im Leben durch noch so hoch gesteigerten Druck Flüssigkeit einfach mechanisch durch die Hornhaut gepresst werden kann; dagegen ist es möglich, daſs die Hornhaut durch pathologische Veränderungen dazu gebracht wird, Flüssigkeit hindurchzulassen." „Die kadaveröse Hornhaut läſst bei Druck auf das Auge den Humor aqueus in Tröpfchen an ihrer Oberfläche austreten, was irrtümlich auch auf die lebende Hornhaut bezogen wurde." „Die Ursache, warum die lebende Hornhaut den Humor aqueus zurückhält, ist das hintere Hornhautepithel. Wird dasselbe entfernt, so quillt die Hornhautgrundsubstanz auf und läſst Flüssigkeit hindurch. Dasselbe geschieht im Tode durch kadaveröse Veränderung des Epithels." „Das vordere Epithel der Hornhaut schützt dieselbe vor der Quellung von aufsen. Für die Zurückhaltung des Humor aqueus kommt seine Wirkung nicht wesentlich in Betracht." Im Gegensatze zu Riesenfeld sieht also Leber nicht die Descemet'sche Membran, sondern das Endothel derselben als den filtrationsunfähigen Teil der Kornea an, was er drei Jahre später (88) noch einmal ausdrücklich bestätigt. Trotzdem diese zutreffende Behauptung Leber's meines Wissens bisher noch nicht widerlegt worden ist, findet sich doch in der allerneuesten Zeit noch wieder, z. B. bei Fuchs (309, p. 292), die Angabe, daſs die Hornhaut wenigstens zum Teil auch durch das Kammerwasser ernährt werde, indem das letztere durch Diffusion (Fuchs meint damit augenscheinlich eine Infiltration vom Endothel her) in die Hornhaut eindringe.

Daſs auch in umgekehrter Richtung, also von der Seite des Epithels aus, Flüssigkeiten in die Hornhaut hinein und durch sie hindurchdringen

können, hat, wie es scheint, zuerst DE RUITER (28) mit dem Atropin experimentell nachzuweisen versucht, welches vor ihm DONDERS direkt mechanisch in die vordere Kammer gebracht hatte. DE RUITER fand das Atropin, welches er in den Konjunktivalsack träufelte, in der vorderen Kammer wieder. v. GRAEFE (Arch. f. Ophth. 1854, Bd. I, Abt. 1, p. 462, Anm.) hat den Versuch von DE RUITER wiederholt und hat dabei noch gefunden, dafs die mydriatische Wirkung des Atropins um so schneller eintritt, je mehr die Hornhaut vorher durch Abtragung verdünnt wird. Bei einer späteren Gelegenheit (42, p. 117) giebt v. GRAEFE an, dafs auch das Physostigmin „die Kornea durchdringt und in den Augenflüssigkeiten aufgelöst direkt auf Iris und Tensor wirkt". JOHNEN (37) und GOSSELIN (30) bestätigten ebenfalls die Beobachtung von DE RUITER. Aufser Atropin fand GOSSELIN auch Jodkali im Kammerwasser wieder und nahm zur Erklärung der von ihm beobachteten Thatsachen einen Lymphstrom an, der in statu vivo vom Epithel zur vorderen Kammer gehe. Kalk konnte GOSSELIN (31) aber in dem Humor aqueus bei entsprechenden Versuchen nicht wieder finden und er glaubte deshalb, dafs dieser von der Kornea nur einfach imbibiert werde. MIMOCKY (47), der einem lebenden Hunde eine Lösung von Blutlaugensalz in den Konjunktivalsack träufelte, fand dagegen auch nach $3^1/_4$ Stunden im Kammerwasser keine, bei frischen toten Augen aber nach $2^1/_2$ Stunden eine deutliche Reaktion. TICHOMIROFF (54) bestreitet ebenfalls die Filtrationsfähigkeit der Kornea, während KISSELOFF (61) und WYSOCKI (62), letzterer für Atropin, ersterer für Atropin, Zucker und Jodkali, dieselbe wieder beobachtet haben wollen. Auch DE GOUVÊA (60) will 12—24 Stunden nach einer künstlich erzeugten Kalktrübung im Humor aqueus Kalk gefunden haben, der sich angeblich bei Zusatz von Schwefelsäure unter lebhafter Gasentwickelung in Form von Gipskrystallen ausscheiden liefs. LAQUEUR (77) sagt, dafs, wie von innen nach aufsen, so auch umgekehrt von aufsen nach innen Flüssigkeit in die Kammer dringe, sobald nur das impermeable (vordere) Epithel entfernt sei, und dafs dabei die peripheren Hornhautpartien leichter durchgängig sich zeigten, wie die centralen. Beim lebenden Auge habe das nicht eingetrocknete Epithel indessen keine so absolut absperrende Wirkung, wie beim toten. LILIENFELD (79) fand im Humor aqueus Atropin, Strychnin, Jod, Kupfervitriol und Eisenchlorid wieder, konnte dabei aber keine Imbibition des Hornhautgewebes mit einer dieser Substanzen oder mit Blutlaugensalz oder Hämatoxylin feststellen, während ihm Jodtinktur und Jodkali immer nur die Epithelschicht zu imprägnieren schienen. Er hält es deshalb auch für möglich, dafs die Infiltration nicht durch die Kornea, sondern durch die Blutgefäfse der Konjunktiva vermittelt und vielleicht durch die entzündlichen Zustände, welche einige der genannten Substanzen alsbald erzeugen, erleichtert werde.

WALDEYER (83) hat, um das v. RECKLINGHAUSEN'sche Saftkanalsystem nachzuweisen, u. a. mit Hilfe der Luftpumpe Flüssigkeiten durch die Kornea (von

der konvexen nach der konkaven Fläche zu) hindurch getrieben und schliefst daraus nicht nur auf die Präexistenz der genannten Lücken, sondern augenscheinlich auch auf die dadurch ermöglichte Filtration von Flüssigkeiten in die vordere Kammer hinein. Dafs dieser Versuch aber, ebenso wie die ähnlichen, oben erwähnten von His, wegen des unnatürlichen mechanischen Druckes wenigstens die Permeabilität der Kornea nicht beweisen kann, haben schon Riesenfeld, Gühmann u. A. mit Recht hervorgehoben.

Der erste, wie es scheint, der bei dem Eindringen von Flüssigkeiten etc. von aufsen her durch die Kornea in die vordere Kammer hinein nicht sowohl an eine Filtration, als an eine wahre Diffusion dachte, war Leber. Während er anfangs noch (78 u. 88) das Endothel ausdrücklich als absolut impermeabel für den Humor aqueus erklärte, gab er bald darauf (89), ohne indessen dafür Versuche oder Beweise anzuführen, die Möglichkeit einer Diffusion zwischen Kammerwasser und Kornealymphe, also durch das Endothel hindurch, mit einiger Reserve zu; doch hat er eine Veränderung an der Kornea nicht beobachten können, wenn er den Humor aqueus mehrere Tage hindurch durch Luft ersetzte. Eine solche Veränderung müfste aber doch wohl hierbei in die Erscheinung treten, falls die Durchtränkung der Hornhaut von dem Humor aqueus abhängig wäre. Eine Diffusionsmöglichkeit zwischen Kammerwasser einerseits und Lösungen auf dem Korneaepithel andererseits hält dagegen Leber für erwiesen und zwar für die meisten überhaupt diffusionsfähigen Stoffe, denen nur einige wenige gegenüberständen, die selbst bei dem stärksten Drucke nicht durch die Kornea hindurchgepreſst werden könnten, auch dann nicht, wenn vorher das Epithel oder die Descemet'sche Membran entfernt worden sei. Bei allen übrigen Substanzen erfolge die Diffusion um vieles schneller, wenn das (vordere) Epithel fehle. Dafs es sich hierbei nicht um eine Filtration, sondern um eine wahre Diffusion handle, will Leber daraus schliefsen, dafs sich das von ihm benutzte Blutlaugensalz niemals in den Saftlücken, sondern nur in der Intercellularsubstanz gefunden habe. Da aber sowohl bei einer Filtration oder Infiltration, wie bei einer Diffusion, nicht nur in den Intercellularräumen des Epithels, sondern auch in dem Hornhautparenchym selbst, also zwischen den geformten Gewebeelementen desselben (da Leber die Existenz der präformierten Saftlücken bestreitet), sich, wie eine einfache physikalische Betrachtung lehrt, Blutlaugensalz, wenn auch nur in Spuren, finden müfste, so beweist die Leber'sche Beobachtung, falls sie richtig ist, vielleicht wohl das Fehlen der Saftlücken, nicht aber die Diffusionsfähigkeit der Hornhaut, sondern weit eher noch das Gegenteil.

Unabhängig von Leber, oder wenigstens ohne dessen Ansichten zu erwähnen, hat dann einige Jahre später Gühmann (136) auf Grund seiner Kalkversuche die Diffusionsfähigkeit der Kornea aufs neue behauptet. Anfangs hat er zwar, indem er Gosselin teils falsch verstand, teils von diesem selbst dazu verführt wurde, wie wir unten sehen werden, den Ätzkalk bezw. das

Kalkhydrat als solche unter Lösung der Kittsubstanz in die Saftlücken eindringen und sich dort als $Ca(OH)_2$ absetzen lassen (l. c., p. 28—31), dann aber hat er, die von WAGNER (134) für Kalksalze und tierische Membranen mitgeteilten Thatsachen ohne weiteres auf die lebende Hornhaut übertragend, die Kalktrübungen in der letzteren als die Resultate einer Diffusion zwischen Kammerwasser einerseits und Kalksalzen bezw. Kalksalzlösungen vor der Kornea andererseits erklärt (l. c., p. 33 ff.). Zunächst sind aber die Behauptungen WAGNER's, so gut sie auch experimentell begründet zu sein scheinen, doch durchaus hypothetisch und fragwürdig. Es ist hier nicht der Ort, darauf näher einzugehen, nur soviel sei hier erwähnt, dafs nach der WAGNER'schen Theorie in dem Falle, dafs sich beispielsweise vor der Kornea Kalkhydratlösung befände, diese mit dem Humor aqueus so in Diffusion treten müfste, dafs sich vor und hinter der Kornea neben dem Kalkhydrate selbst und den Humorsalzen noch ihre wechselseitigen Dissociationsprodukte bilden würden, u. a. also in der vorderen Kammer Calciumcarbonat, -sulfat, -phosphat und -chlorid, die erstgenannten 3 aber nur dann, wenn zugleich dabei eine freie Säure abgespalten würde. Trotzdem nun nach WAGNER die unlöslichen Kalksalze nicht in der Kornea, sondern in der vorderen Kammer, entstehen müfsten, in dem vorliegenden Falle aber überhaupt nicht entstehen werden, weil die freie Säure bei einer solchen Menge von Kalkhydrat ganz fehlt, trotzdem also nach ihm gerade das nicht eintreten würde, was GÜHMANN durch ihn beweisen will, und trotzdem WAGNER über die etwaigen Folgen einer Diffusion für die trennende Membran selbst gar nichts sagt, stützt doch GÜHMANN insbesondere auf ihn seine Diffusionstheorie und macht dabei noch den kleinen Kunstgriff, dafs er von den aus dem Kalkhydrate und den Kammerwassersalzen eventuell durch Diffusion zu erwartenden Calciumverbindungen des Chlorid in die vordere Kammer hineingelangen, das Phosphat und Carbonat (von dem Sulfat sagt er nichts) aber in der Kornea Halt machen läfst. Immerhin mufs man anerkennen, dafs sich GÜHMANN mit einiger Sorgfalt bemüht hat, diese seine theoretischen, auf einer falschen Basis aufgebauten Folgerungen auch experimentell zu stützen. So hat er eine Anzahl hübscher Versuche angestellt, aus denen er den Beweis erbracht zu haben glaubt, dafs sich nach einer Kalkverletzung in der That in der vorderen Kammer mehr Chlor, in der Kornea selbst mehr Phosphorsäure und Kohlensäure vorfinde, wie beim unverletzten Auge. Dafs diese Beobachtungen indessen auch aus sachlichen Gründen keineswegs einwandsfrei sind und dafs sie, auch wenn sie es wären, doch weder die Diffusionsfähigkeit der Kornea beweisen, noch eine zutreffende und ausreichende Erklärung für die Kalktrübungen in dieser geben können, werde ich weiter unten noch zeigen.

Von späteren Untersuchungen über die Struktur- und Cirkulationsverhältnisse der Kornea seien nur noch die von ROSENTHAL (143) erwähnt, der zu dem Ergebnisse kam, dafs die Kornea den Humor aqueus nicht durch-

lasse, dafs es auch zweifelhaft sei, ob umgekehrt Flüssigkeiten in die Hornhaut eindringen könnten, dafs aber wahrscheinlich ein Lymphcirkulationsstrom von einem zum anderen Hornhautrande bestehe.

Alle diese verschiedenen, zum grofsen Teile hypothetischen Annahmen zu diskutieren, würde hier zu weit und zu vielfachen Wiederholungen führen. Allgemein kann man indessen sagen, dafs es zwar fraglos sicher ist, dafs manche Flüssigkeiten, die in den Konjunktivalsack gebracht werden, in mehr oder minder kurzer Zeit sich in der vorderen Kammer wieder finden lassen, dafs zu einer Erklärung dieser Thatsache aber doch nicht unbedingt eine Filtration oder Diffusion durch die Kornea hindurch vorausgesetzt werden mufs. Es können die betreffenden Flüssigkeiten, welche häufig viel eher im Kammerwasser, wie im Hornhautgewebe, nachweisbar sind (Leber [89]), auch recht wohl durch Beteiligung der Gefäfse der Konjunktiva in die Kammer eindringen, worauf schon Lilienfeld (79) aufmerksam machte. Es spricht dafür u. a. auch die von Mimocky (47) und Leber (88) festgestellte Thatsache, dafs eine in eine Körpervene eingespritzte Blutlaugensalzlösung schon nach kurzer Zeit in dem Kammerwasser nachgewiesen werden konnte, und einige eigene Beobachtungen, die ich zwar nicht immer, aber doch häufiger machte, und die mir von dem jeweiligen Zustande der Konjunktivalgefäfse beeinflufst schienen. Suspendierte ich nämlich einen exstirpierten Bulbus über einer starken Chlorcalciumlösung, die, weil chemisch ziemlich indifferent, ziemlich langsam auf die Hornhaut einwirkt, in der Weise, dafs nur die Hornhaut in die Lösung eben eintauchte, so zeigte sich in jener erst nach längerer Zeit eine mäfsige Trübung und im Kammerwasser kein Calcium liefs ich den Bulbus aber soweit in die Flüssigkeit einsinken, dafs auch der Limbus noch von ihr bespült wurde, so fand sich nach einiger Zeit in der vorderen Kammer deutlich Calcium und die Trübung der Kornea trat viel schneller auf und wurde viel dichter, dergestalt, dafs sie am Rande der Hornhaut rings herum am intensivsten war und nach dem Pole derselben allmählich abnahm. Ähnliche vom Rande aus centripetal fortschreitende Trübungen erhielt ich auch beim Einlegen von Hornhäuten mit einem Ringe von Konjunktiva in Chlorcalciumlösung. Es folgt daraus, dafs neutrale Kalksalzlösungen viel leichter in die Konjunktiva eindringen, wie in die intakte Kornea, und dafs sie anscheinend manchmal erst von der Konjunktiva aus in den physiologischen Lymphbahnen in die Kornea, namentlich aber auch in die vordere Kammer, übertreten. Der oben mitgeteilte Versuch Leber's (89) mit dem Blutlaugensalze stimmt damit recht gut überein; auch läfst sich ja schon a priori erwarten, dafs die Konjunktiva als Schleimhaut für Salzlösungen viel permeabler sein wird, als die weit resistentere Hornhaut.

Aber selbst wenn wir den Anteil der Konjunktivalgefäfse beiseite lassen und zugeben, was ich sowohl für neutrale, wie für kaustische Salzlösungen in

der That beobachten konnte, dafs letztere auch direkt in die Hornhaut durch das Epithel hindurch eindringen können, sei es nun auf den Bahnen der präformierten Saftkanäle, falls dieselben existieren, sei es in der intercellulären, interfibrillären, interfascikulären und interlamellären Kittsubstanz oder in deren Lymphlücken, so ist damit doch durchaus noch nicht gesagt, dafs sie nun auch durch Filtration oder Diffusion, also durch die ganze Kornea hindurch, in die vordere Kammer dringen, sondern sie könnten ebenso wohl, ohne dafs es zu einem Durchtritte durch die DESCEMET'sche Membran oder ihr Endothel kommt, die ja nach den sehr glaubwürdigen Beobachtungen von RIESENFELD (75) und LEBER (78, 88) mit einiger Gewifsheit als impermeabel betrachtet werden müssen, auf dem Wege der Lymphbahnen des Korneaparenchyms zunächst in die Gefäfse des Limbus sclerae und von dort in der Gegend des Ligamentum pectinatum in die vordere Kammer eindringen. Es ist das natürlich nur eine Annahme, die ich indessen vielleicht auf die Beobachtung stützen kann, dafs in solchen Fällen, in denen die Kornea des exstirpierten Bulbus nur so tief in Kalkbrei eintauchte, dafs der letztere die Konjunktiva nicht berühren konnte, sich doch bisweilen in der vorderen Kammer schon Kalk nachweisen liefs, ehe die Kalkwirkung augenscheinlich bis zur DESCEMET'schen Membran vorgedrungen war. Dafs der Kalk nicht in allen Fällen, sondern nur bei einem geringen Bruchteile derselben, im Humor aqueus zu finden war, schliefst aber wieder die Annahme einer direkten Filtration oder Diffusion durch sämtliche Schichten der Kornea hindurch meines Erachtens aus und läfst vielmehr vermuten, dafs der Kalk auf dem Umwege der Lymphbahnen im Korneaparenchym und in der Sklera in die vordere Kammer gelangte. Augenscheinlich war das Auftreten des Kalkes im Kammerwasser von dem postmortalen Zustande dieser Lymphbahnen abhängig, und es ist vielleicht zu vermuten, dafs bei lebenden Augen, an denen dieser Versuch nicht ausgeführt werden konnte, Calciumsalze und andere Lösungen sehr viel häufiger jenen Weg nehmen werden. Immerhin bleibt jedoch diese Annahme eine hypothetische, die ich nur faute de mieux mache, der aber auch die Beobachtungen von v. GRAEFE (l. c.), LEBER (89) und BELLARMINOFF und DOLGANOFF (283) nicht widerstreiten, nach denen Abrasio corneae, kadaveröse und pathologische Veränderungen, insbesondere auch Abscesse und Infiltrate der Hornhaut, die Durchdringbarkeit bezw. Imbibitionsfähigkeit der letzteren für Atropin, Kammerwasser und Fluorescein steigern sollen. Durch solche Veränderungen werden ja die Saftlücken oder die Lymphbahnen oder die interfibrillären etc. Zwischenräume den eindringenden Flüssigkeiten erst recht geöffnet und der Lymphstrom eventuell gesteigert.

Selbstverständlich können auch in solchen Fällen, in denen der eindringenden Flüssigkeit eine starke gewebezerstörende Fähigkeit innewohnt, wie das ja bei Säuren, Ätzalkalien, Kalkhydrat, Calciumsulfit u. A. der Fall ist, das Epithel, das Parenchym und die DESCEMET'sche Membran

so schnell zerstört werden, dafs die schädigende Substanz gröfstenteils auf dem direkten Wege durch die ganze Hornhaut hindurch in die vordere Kammer eindringt, und dasselbe wird auch bei neutralen Lösungen eintreten, wenn die DESCEMET'sche Membran schon vor dem Insulte nicht mehr intakt war; doch kann dann natürlich weder von einer Filtration noch von einer Diffusion durch diese Membran hindurch mehr die Rede sein. Thatsächlich scheint mir ein zuverlässiger und unzweideutiger Beweis für die eine oder andere bis jetzt nicht erbracht zu sein, und insbesondere bei meinen Versuchen über die Einwirkung von Calciumsalzen in Substanz oder in Lösung auf die Hornhaut habe ich nicht eine Beobachtung machen können, welche für die Möglichkeit einer Filtration oder Diffusion spräche, wohl aber manche, die das Gegenteil wahrscheinlich machen.

Es ist also, wenigstens solange das Gewebe noch normal ist, immerhin unwahrscheinlich, dafs Salze oder Salzlösungen primär in die Kornea hinein oder durch dieselbe hindurch dringen können. Aber selbst wenn wir eine beschränkte oder gelegentliche Infiltration oder Diffusion annehmen oder wenn wir gar eine dieser beiden Möglichkeiten oder beide als Regel zugeben wollten, so können wir dadurch allein doch noch nicht die charakteristischen Trübungen erklären, die nach einem Kalkinsulte in der Hornhaut auftreten. Nehmen wir zunächst einmal die Infiltration, so ist doch kein plausibler Grund zu der Annahme vorhanden, dafs die in Wasser gelösten Kalksalze sich im Inneren der Hornhaut aus ihrer Lösung unverändert ausscheiden und dafs diese Deposita sich nicht alsbald in der Lymphflüssigkeit der Kornea wieder lösen sollten. Es können die klaren Kalksalzlösungen in der klaren Kornea Niederschläge nur dann bilden, wenn die Kalksalze durch chemische Aktion unlöslich werden, und das kann wiederum nur geschehen (wenn wir hier, was ja bei meiner Definition des Begriffes Infiltration der Fall sein soll, von einer chemischen Veränderung des eigentlichen Korneagewebes zunächst ganz absehen) durch die Aktion der in der Kornealymphe enthaltenen anorganischen Salze. Diese Salze betragen aber, wie wir oben sahen, nur etwa 0.6—1.0% der ganzen Hornhautsubstanz, und davon entfällt wieder der weitaus gröfste Teil auf Chlornatrium, welches mit Calciumsalzlösungen niemals Niederschläge giebt. Das letztere gilt auch von den wässrigen Lösungen schwefelsaurer Alkalien. Es könnten also die durch einfache Infiltration in der Kornea entstehenden Niederschläge allenfalls aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke bestehen, würden dann aber nur solche minimale Mengen repräsentieren, dafs durch sie allein unmöglich die so dichten und ausgedehnten Kalktrübungen erklärt werden können.

Noch weit weniger wäre das durch die Annahme einer einfachen Filtration möglich, bei der ja die klaren Kalksalzlösungen die Kornea unverändert passieren würden und bei der sich ja in erster Reihe immer zunächst hinter der Kornea, also in der vorderen Kammer, Kalk ansammeln müfste,

was, wie wir oben sahen, nur ausnahmsweise und immer erst dann der Fall ist, wenn in der Kornea selbst bereits ausgedehnte Kalktrübungen eingetreten sind.

Sind somit die einfache Filtration oder Infiltration der Kalksalzlösungen durch oder in die Kornea als wesentliche Ursachen der Kalktrübungen fraglos auszuschliefsen, so bliebe zunächst noch die von GÜHMANN (136) angenommene Möglichkeit einer Diffusion, bei der also zwei Ströme entstehen würden, der der Kalksalze von aufsen nach innen und der des Humor aqueus von innen nach aufsen. Der letztere besteht aber, wie wir oben (p. 71) sahen, unter normalen Verhältnissen aus etwa 99 % Wasser und 1 % fester Substanz, von der 0.75 % Chlornatrium und 0.15 % lösliche Carbonate, Sulfate und Phosphate sind. Tritt nun die Flüssigkeit der vorderen Augenkammer mit einem Calciumsalze in Kontakt, so werden sich, falls das letztere nicht absolut unlöslich ist, chemische Vorgänge vollziehen, die nach einem bekannten chemischen Gesetze auf die Bildung unlöslicher oder schwerer löslicher Verbindungen hinauslaufen. Nehmen wir z. B. an, das Calciumsalz sei Kalkhydrat, was hier ja auch zumeist in Frage kommt, so wird dasselbe aus dem Kammerwasser unter Bildung von Ätzalkalien geringe Mengen von kohlensaurem und phosphorsaurem — nicht aber schwefelsaurem (vergl. oben p. 28) — Kalke niederschlagen. Die fünfmal gröfsere Menge des Chlornatriums im Kammerwasser bleibt indessen dabei ganz unverändert und verwandelt sich nicht, wie GÜHMANN (136, p. 33) behauptet, in Chlorcalcium, denn dabei müfste ja zugleich Ätznatron entstehen, welches aber das Chlorcalcium sofort wieder als Kalkhydrat ausfällen würde. Es könnte also zwar immerhin aus den Carbonaten und Phosphaten des Kammerwassers in Berührung mit dem Kalkhydrate ein Niederschlag unlöslicher Calciumsalze, also eine, wenn auch minimale Trübung, entstehen, aber bei der Diffusion naturgemäfs zunächst nur dort, wo die beiden Diffusionsströme zusammentreffen, also etwa in der mittleren Schicht der Kornea, und diese Trübung würde noch so lange zunehmen, bis die 0.15 % des Humor betragenden genannten Salze alle ausgefällt sein würden. Bei exstirpierten Augen, bei denen keine Erneuerung des Kammerwassers mehr stattfindet, würde das aber schon sehr bald der Fall sein und es würde dann allerdings die Diffusion doch noch fortdauern, aber in der Weise, dafs zwar immer noch weitere Kalkhydratlösung in die vordere Kammer eintritt, dort aber dann nicht mehr niedergeschlagen wird. Da diese Vorgänge bei den meist grofsen Kalkmengen vor dem Auge und dem geringen Salzgehalte des Kammerwassers — es kommen hier ja nur die Carbonate und die Phosphate mit insgesamt etwa 0.15 % in Betracht — sich in sehr kurzer Zeit abspielen werden, so müfste unbedingt, falls es sich um eine Diffusion handeln sollte, schon bald nach dem Kontakte des Hornhautepithels mit geeigneten Calciumsalzen in der vorderen Kammer Calcium nachweisbar sein. Thatsächlich

fand ich aber bei allen nach dieser Richtung hin angestellten Versuchen, indem ich als Reagenz das so überaus empfindliche oxalsaure Ammoniak benutzte, in keinem Falle eine Spur von Kalk in der vorderen Kammer. Nur dann, wenn ich die Kornea sehr intensiv oder sehr lange mit Kalk behandelte, trat auch im Kammerwasser Kalk auf, konnte dann aber, wie wir oben sahen, auch auf einem anderen Wege dorthin gelangt sein, und in den wenigen Fällen, in denen ich schon sehr bald im Humor Kalk fand, mufs derselbe entweder bereits physiologisch dort vorhanden gewesen sein, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde, oder es mufs sich das Kammerwasser beim Abwaschen mit Partikeln des auf der Konjunktiva und Kornea haftenden Kalkes verunreinigt haben, was auch bei der gröfsten Sorgfalt manchmal nicht ganz zu vermeiden ist. Bei einer Diffusion der Calciumsalze müfste sich aber stets im Kammerwasser Calcium finden, was jedoch meist nicht der Fall ist.

Das Fehlen des Kalkes im Kammerwasser nach einer Kalkätzung könnte man nun etwa damit erklärt wollen, dafs das Epithel des toten Auges weniger durchgängig sei, wie das des lebenden, was LAQUEUR (77) auch beobachtet haben will, während allerdings LEBER (78) und Andere wieder das Gegenteil nachgewiesen zu haben glauben. Indessen habe ich auch bei lebenden Augen nur dann im Kammerwasser Kalk wiedergefunden, wenn derselbe in der oben geschilderten Weise auch auf anderen Wegen dort eingedrungen sein konnte. Auch GOSSELIN (31) giebt an, dafs er bei Kalkverletzungen niemals im Humor aqueus Kalk entdeckt habe. Zwar will andererseits DE GOUVÊA (60) doch in gleichen Fällen Kalk, nach seiner Meinung kohlensauren Kalk, in dem Kammerwasser gefunden haben, weil er in dem letzteren beim Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure eine Bildung von Gasblasen, die er als Kohlensäure, und von Krystallen, die er als Gips anspricht, beobachten konnte, doch beweist diese Beobachtung nichts, da DE GOUVÊA mit Ätzkalk und so intensiv und so lange ätzte, dafs schliefslich auch die DESCEMET'sche Membran zerstört werden mufste; ausserdem verursachen auch Chlornatrium und kohlensaures Natron, die ja immer im Kammerwasser sich vorfinden, ähnliche Erscheinungen, wie die von DE GOUVÊA angegebenen, wenn konzentrierte Schwefelsäure auf sie einwirkt. Noch weniger beweisend für das Vorhandensein von Kalk in dem Humor aqueus ist die Beobachtung von GÜHMANN (136, p. 50), der Chlor in der vorderen Kammer nachwies und daraus auf die Anwesenheit von Chlorcalcium schlofs, was aber, wie ich schon oben erwähnte, eine chemische Unmöglichkeit ist. Ob er auch mit dem ihm augenscheinlich bekannten (l. c., p. 32) oxalsauren Ammoniak den Kalk im Kammerwasser nachzuweisen versucht hat, was doch am einfachsten gewesen wäre, darüber macht GÜHMANN indessen keine Angaben, so dafs ich die Vermutung hege, dafs ihm dieser allein sichere Nachweis wohl nicht gelungen ist.

Doch nicht allein das so häufige Fehlen von Kalk in dem Kammerwasser lebender und toter Augen nach einer Kalkverletzung, sondern auch andere Beobachtungen, die ich bei meinen Versuchen machte, sprechen gegen die Wahrscheinlichkeit einer Diffusion. Zunächst thut das die Thatsache, dafs beispielsweise stärkere Chlorcalciumlösungen, die doch sonst so leicht filtrieren und diffundieren, sehr viel langsamer und minder intensiv in die Hornhaut eindringen und sie trüben, wie das unverhältnismäfsig weniger leicht lösliche Kalkhydrat. Auch die oben (p. 79) erwähnten, bei Lösungen von Chlorcalcium, essigsaurem Kalke etc. gelegentlich zu beobachtenden, ringförmigen Trübungen, welche am Limbus beginnend centripetal fortschreiten, lassen sich nicht als Folgen einer einfachen Diffusion durch die Kornea deuten. Ferner müfsten bei einer Diffusion die Trübungen, wie wir oben sahen, immerhin ungefähr in der mittleren Schicht der Kornea in einer sphärischen, nach aufsen konvexen Fläche beginnen und allmählich nach aufsen und nach innen fortschreiten. Thatsächlich beginnen die Trübungen aber stets, wenn sie nicht etwa zuerst ringförmig am Limbus auftreten, in der vorderen Epithelschicht und rücken von dort mit einer annähernd planen oder gar nach innen, statt nach aufsen, konvexen hinteren Begrenzungsfläche gegen die vordere Kammer vor. Auf Querschnitten durch eine nicht zu stark mit Ätzkalk behandelte Kornea kann man dieses Verhalten schon makroskopisch deutlich erkennen. Legt man ein exstirpiertes Auge so, dass die Augenaxe vertikal gerichtet ist, und bringt dann etwas Kalkbrei auf die Kornea, so wird die DESCEMET'sche Membran von der Trübung zuerst in der Augenaxe erreicht, welche Erscheinung schon FLINZER (24) beim Touchieren der Kornea mit Lapis beobachtete. Es folgen die eindringenden Kalkmassen augenscheinlich nur dem Gesetze der Schwere und nicht einem Diffusionsstrome. Infolge dessen entsprechen auch die Trübungen beim toten Auge stets nur annähernd dem geätzten Gebiete, so dafs man sogar mit einiger Sorgfalt Figuren in die Kornea mit Kalk einätzen kann, während beim lebenden Auge sich die Trübungen mehr flächenhaft ausbreiten, vielleicht zum Teil infolge der Zirkulation des Gewebesaftes in der Kornea, namentlich aber wohl infolge der Bewegungen der Lider auf dem Bulbus, wodurch die Materia peccans ausgebreitet wird.

Um das Diffusionsvermögen der Kornea zu prüfen, habe ich ferner u. a. einen Doppelversuch angestellt, der in verschiedener Beziehung lehrreich sein dürfte. Zwei Hornhäute eines Rindes, von deren Unversehrtheit ich mich vorher durch sorgfältige Untersuchung überzeugt hatte, wurden in frischem Zustande so über zwei Reagenzgläser gebunden, dafs das Epithel nach innen kam und der Limbus, den ich an den Hornhäuten liefs, noch etwa 2—3 mm über den Rand der Gläser nach unten befestigt werden konnte. Nun wurden die beiden Reagenzgläser, von denen das eine mit einer ziemlich konzentrierten Chlorcalciumlösung, das andere mit einer kon-

zentrierten Lösung von rotem Blutlaugensalze bis zur Hälfte vorher gefüllt war, umgekehrt und mit der Hornhaut, um dieselbe vor dem Eintrocknen zu schützen, so weit in destilliertes Wasser eingetaucht, dafs der Limbus von dem letzteren noch mit bespült wurde. Während nun die die Blutlaugensalzlösung abschliessende Hornhaut im ganzen Verlaufe des Versuches ungetrübt blieb, begann die andere nach etwa 1/4 Stunde sich langsam zu trüben und zwar vom Epithel aus. Es konnte diese Trübung aber natürlich nicht durch eine Diffusion hervorgerufen worden sein, da ja Chlorcalcium durch Wasser allein unmöglich ausgefällt werden kann. Das Wasser, in welches die Reagenzröhrchen eintauchten, wurde zu den verschiedensten Zeiten untersucht und es fand sich dabei in dem einen auch nach drei Stunden noch keine Spur von Blutlaugensalz, in dem anderen fand sich zwar nach 1/2 Stunde ebenfalls noch nichts von Chlorcalcium und nach einer Stunde nur eine geringe, nach drei Stunden aber, nachdem die Trübung inzwischen die ganze Kornea durchsetzt hatte, eine ganz beträchtliche Menge von diesem Salze. Darauf wurde nun, nachdem sie sorgfältig abgespült worden waren, die eine Kornea in Eisenchloridlösung, die andere in eine solche von oxalsaurem Ammoniak gelegt und es zeigte sich dabei im Innern der ersten nicht die Spur von Blaufärbung, in der anderen aber eine augenfällige Verdichtung der weifsen Trübung infolge einer weiter unten noch zu erklärenden Bildung von oxalsaurem Kalke. Es kann defshalb meines Erachtens dabei an eine wirkliche Diffusion gar nicht gedacht werden, weil der Übertritt von Blutlaugensalz ganz ausblieb und der von Chlorcalcium erst nach langer Zeit und erst dann erfolgte, als die ganze Hornhaut einschliefslich der DESCEMET'schen Membran durch jenes Salz chemisch verändert und in ihrem Gefüge so gelockert war, dafs das Chlorcalcium auch direkt in das Wasser hinter dem Endothel eintreten konnte.

Ausserdem scheint es mir aber auch nicht angängig, wie GÜHMANN (136) das gethan hat, die Diffusionserscheinungen, welche andere tierische Membranen, und dazu post mortem, darbieten, so ohne weiteres auf die lebende Kornea zu übertragen. Einmal lehrt ja die Erfahrung, dafs die meisten tierischen Membranen, die in abgestorbenem Zustande diffusionsfähig sind, das in statu vivo nicht oder doch viel weniger sind, und dann dient doch die Hornhaut u. a. fraglos gerade dem speziellen Zwecke, das Kammerwasser zurückzuhalten und vor dem Verdunsten zu schützen, welchem Zwecke aber eine Diffusionsfähigkeit der Kornea sehr wenig entsprechen würde.

Endlich beweisen auch Natur und Menge der durch Kalkwirkung in der Hornhaut erzeugten Trübungen, dafs sie nicht durch eine Diffusion entstanden sein können. Wollte man die letztere gelten lassen, so müfsten ja wie wir oben sahen, die Trübungen nahezu ausschliefslich aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke bestehen und müfsten auf die chemische Action der entsprechenden Alkalisalze im Humor aqueus zurückzuführen sein. Nun

enthält aber das Kammerwasser, welches ja selbst nur wenige Tropfen ausmacht, insgesamt nur etwa 1% anorganischer Salze, von denen aber die gröfste Menge wieder, die Chloride, bei einer eventuellen Diffusion mit Kalksalzen überhaupt keinen, die Sulfate nur in seltenen Fällen einen Niederschlag geben, sodafs also für die vorliegende Frage überhaupt nur etwa 0.1 bis höchstens 0.15% des geringen Kammerwassers als kalkfällende Salzmengen in Betracht kommen könnten, und von diesen Spuren beteiligt sich wiederum zunächst nur ein so kleiner Teil unmittelbar an einer eventuellen Diffusion, zu der ja immer eine gewisse Zeitdauer erforderlich ist, dafs die dichten und ausgedehnten Trübungen, welche durch manche Calciumverbindungen fast momentan mit dem Kontacte in der Hornhaut erzeugt werden, durch eine Wirkung der etwa diffundierenden minimen Kammerwassersalze gewifs nicht erklärt werden können.

Fassen wir die Ergebnisse des im vorstehenden Gesagten noch einmal zusammen, so läfst sich zwar die Möglichkeit nicht ganz ablehnen, dafs Calciumsalze in Lösung oder von der Flüssigkeit vor dem Bulbus gelöst in oder durch die Kornea dringen können, doch ist es mindestens sehr unwahrscheinlich, dafs sie dort ohne chemische Veränderung gewissermassen auskrystallisieren und nicht bald wieder gelöst werden sollten. Eher ist es schon denkbar, dafs die Calciumsalze, nachdem sie in die Hornhaut eingedrungen sind, dort mit den gelösten Alkalien der Kornealymphe oder mit den ihnen entgegendiffundierenden des Humor aqueus unlösliche Niederschläge bilden möchten, doch werden diese immer nur minimal sein können. Auch das gelegentlich vorkommende mechanische Eindringen fester Kalksalze in die Kornea durch Insulte oder nach Auflockerung des Gewebes kann die wesentliche Ursache der meisten Kalktrübungen nicht sein. Alle diese Dinge können ja vielleicht gelegentlich bei den letzteren mitwirken und sie verschlimmern, in der Hauptsache mufs es sich aber um eine ganz andere Entstehungsweise handeln und diese kann meines Erachtens, nachdem alle anderen Möglichkeiten ausgeschlossen sind, nur darin bestehen, dafs die Calciumsalze in Lösung chemisch auf das organische Gerüst der Kornea einwirken, dasselbe langsamer oder schneller mehr oder minder teilweise zerstören, in dem so aufgelockerten Gewebe weiter vordringen und dort als Spuren ihrer Thätigkeit neue und zwar unlösliche Verbindungen des Calciums mit der eigentlichen Hornhautsubstanz zurücklassen. So naheliegend diese Annahme auch auf den ersten Blick erscheinen mufs, so ist dieselbe meines Wissens doch bisher noch niemals ernstlich erörtert worden. Gosselin (31) und Stroschein (254) erwähnen allerdings schon diese Möglichkeit, der erstere aber nur ganz beiläufig und der letztere, um sie alsbald wieder fallen zu lassen und ohne die richtigen Konsequenzen daraus zu ziehen.

Die landläufige Ansicht, die von Gosselin (31) wiederholt und von Gühmann (136) anfänglich ausgesprochen wird und der auch die meisten zu

huldigen scheinen, welche sich bisher mit dem Gegenstande beschäftigten, geht dahin, dafs die Calciumsalze, und insbesondere das Kalkhydrat, als solche in die Hornhaut eindringen und sich dort unverändert niederschlagen oder festsetzen. Diese Annahme erweist sich aber schon bei einiger Erwägung a priori als unhaltbar. Wäre sie richtig, so gäbe es zunächst gar keine plausible Erklärung für die unzweifelhafte Thatsache, dafs nicht nur z. B. das relativ schwer lösliche Kalkhydrat, sondern auch so leicht lösliche Salze, wie das Chlorcalcium und der essigsaure Kalk, als wasserklare Lösungen in der Kornea so dichte Trübungen erzeugen können. Andererseits müfste sich Kalkhydrat, wenn es unverändert in die Hornhaut eindränge und so dort niedergeschlagen würde, ja nach und nach in dem Wasser des Gewebes wieder lösen und vollkommen verschwinden, was bekanntlich aber keinesweg der Fall ist. Aufserdem haben mir zahlreiche direkte Untersuchungen gezeigt, dafs sich einige Zeit nach einer Kalkverletzung in der Hornhaut Kalkhydrat, Chlorcalcium, überhaupt lösliche Calciumverbindungen, nicht mehr finden lassen, wobei allerdings einige Einschränkungen zu machen sind, die aber im wesentlichen an dieser Thatsache nichts ändern.

Zunächst haften, wie ich schon oben erwähnte, die meisten der in Rede stehenden Substanzen sehr fest auf der Bulbusoberfläche, können also, wenn sie nicht vorher sorgfältig entfernt wurden, leicht bei der nachfolgenden Analyse zu Täuschungen Veranlassung geben. Sodann bildet das Korneaepithel, welches ja immer zuerst dem Angriffe der Kalksalze unterliegt, mit diesen einen Detritus, der neben zersetzten auch noch unzersetzte Calciumverbindungen enthält und der ebenfalls ziemlich fest auf dem Bulbus haftet. Endlich können, wie schon früher erwähnt wurde, bei hinreichend intensiver und langdauernder Ätzung auch unzersetzte Salze in das aufgelockerte Hornhautgewebe eindringen und dort aus Mangel an einem Antagonisten wenigstens eine Zeit lang noch unzersetzt bleiben. Alle diese Umstände können natürlich gelegentlich bei der Analyse der Kalktrübungen zu Irrtümern Veranlassung geben.

Wenn ich aber nicht zu lange und nicht zu intensiv ätzte und wenn ich die Kornea sorgfältig, auch von dem Epitheldetritus, reinigte, bevor ich sie ausschnitt, wozu meist schon ein starker Wasserstrahl genügte, so fand ich auch in dichten Trübungen niemals mehr eine Spur eines löslichen Kalksalzes, des ursprünglich einwirkenden Agens. Legte ich z. B. die sorgfältig gereinigte und zerkleinerte getrübte Kornea für einige Zeit in destilliertes Wasser oder, zu mikroskopischen Zwecken, für mehrere Wochen in die von Jores (307) empfohlene Formalinsalzlösung, in Alkohol oder in Glycerin, so konnte ich dabei in den betreffenden Flüssigkeiten nicht in einem Falle mit oxalsaurem Ammoniak auch nur die kleinste Menge von Kalk nachweisen. Man könnte dagegen einwenden, dafs die Jores'sche Lösung, welche ja u. a. Natrium- und Magnesiumsulfat enthält, die

betreffende Calciumverbindung wohl in schwefelsauren Kalk umgewandelt habe, da aber auch dieser nicht so sehr unlöslich ist, so müfste sich selbst in der Formalinsalzlösung (das Formalin fällt keine Kalksalze), mindestens aber in dem destillierten Wasser, Calcium haben finden lassen. Es bleibt also nur die Annahme möglich, dafs die ganze Menge der eingedrungenen löslichen Kalksalze, sofern diese nicht in einem zu grossen Überschusse vorhanden sind, sich in eine unlösliche, weifse, undurchsichtige Kalkverbindung umwandelt.

Woraus besteht nun aber diese Kalkverbindung? GÜHMANN (136) nimmt in dem zweiten Teile seiner Arbeit auf Grund der Diffussionstheorie an: aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalke, und in der That habe ich in Wiederholung und Abänderung der GÜHMANN'schen, übrigens keineswegs einwandfreien Versuche und durch eigene Analysen Kohlensäure und Phosphorsäure in der getrübten Hornhaut nachweisen können. Da aber sowohl das Korneagewebe selbst, wie die in ihm zirkulierende Lymphe, annähernd dieselben Salze und annähernd in demselben Verhältnisse enthalten, wie der Humor aqueus, also auch kohlensaure und phosphorsaure Alkalien (vergl. oben p. 70), so können die genannten beiden Säuren auch aus der Kornea selbst oder aus ihrem Gewebesafte stammen und brauchen keineswegs auf einer Diffusion aus dem Humor aqueus zu beruhen. Mögen sie nun aber aus dem letzteren oder aus der Kornea oder aus der Lymphe herrühren, jedenfalls sind sie immer nur so minimal vertreten, dass sie, wie bereits erwähnt, in keiner Weise die mächtigen Hornhauttrübungen bedingen können, die zudem in allen Säuren, die kohlensauren und phosphorsauren Kalk aufzulösen vermögen, nur in einem sehr beschränkten Mafse aufgehellt werden. Da aber, wie wir oben (p. 70) sahen, die Hornhaut neben Wasser etwa 25 % Eiweifssubstanzen und nur 0.66—0.75 % Salze, die also keine Rolle spielen können, enthält, so bleibt zur Erklärung der Trübungen nur die Annahme, dafs dieselben durchweg aus einer Verbindung von Calcium mit Eiweifs, aus dem so schwer löslichen Calciumalbuminat, bestehen und nur zu einem verschwindend kleinen Teile aus Calciumcarbonat und -phosphat (das lösliche Calciumsulfat ist hier wohl ausgeschlossen), welche in Wasser unlöslich, in Säuren aber löslich sind. Immerhin ist es auch wohl möglich, dafs sich bei der Entstehung einer Kalktrübung in der Hornhaut noch etwas mehr kohlensaurer Kalk bildet, als wie man nach dem physiologischen Gehalte der Kornea an Kohlensäure erwarten sollte, indem sich vielleicht, wie in den oben (p. 34) erwähnten Versuchen von STEINMANN (207), das Eiweifs der Hornhaut zugleich teilweise in kohlensaures Ammoniak zersetzt. Doch wird das immer nur ein sehr kleiner Bruchteil sein können. Bei der geringen Kenntnis, die wir bisher von dem Calciumalbuminat besitzen, und bei den etwas unzulänglichen Hilfsmitteln, die mir zu Gebote standen, ist mir zwar ein direkter

und exakter Nachweis desselben in der Kornea bisher nicht gelungen. Was ich mit Sicherheit feststellen konnte, war, dafs es sich bei den Kalktrübungen um eine in Wasser unlösliche Calciumverbindung handelt, die in der Hauptsache weder aus einem Carbonate, noch aus einem Phosphate besteht. Dennoch glaube ich aus dem Vorstehenden und per exclusionem auf eine Beschaffenheit der Hornhauttrübungen, die ziemlich ähnlich der des von mir aus dem Hühnereiweifse mit Kalksalzlösungen ausgefüllten weifsen und voluminösen Niederschlages (vergl. p. 33) sein würde, mit befriedigender Sicherheit schliessen zu dürfen.

Schon Gosselin (31) sprach, wie bereits oben erwähnt, beiläufig die Vermutung aus, dafs die Kalktrübungen vielleicht aus einer Verbindung des Kalkes mit dem Eiweifse der Hornhaut bestehen möchten, hat diese Vermutung aber alsbald wieder fallen lassen, indem er im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen die Trübungen ausdrücklich immer als aus Kalkhydrat bestehend bezeichnet. Der einzige, der meines Wissens nach ihm noch einmal die Ansicht ausgesprochen hat, dafs der Kalk sich mit dem Eiweifse der Hornhaut chemisch verbinde, ist Stroschein (254), der aber merkwürdigerweise sein Calciumalbuminat für leicht löslich hält und behauptet, dafs es als solches in die Tiefe dringe und dort alsbald in unlöslichen, kohlensauren Kalk umgewandelt werde. Nach ihm würden also die Trübungen der Hornhaut aus letzterem und nicht aus Calciumalbuminat bestehen. Eine Begründung dieser oder ähnlicher Annahmen ist aber weder von Gosselin noch von Stroschein noch bisher von anderer Seite versucht worden.

Dafs das Eiweifs unter geeigneten Bedingungen mit Metalloxyden und -salzen Metallalbuminate bilden kann, ist sicher, dafs ein Calciumalbuminat wirklich existiert, habe ich experimentell nachgewiesen (p. 33), und dafs auch andere Metalle und Salze thatsächlich in der Kornea Metallalbuminate erzeugen können, wird von autoritativer Seite behauptet und allgemein angenommen. So erklärt Saemisch (91, p. 340/41) den bei Verletzungen des Auges mit Eisensplittern sich bildenden bekannten Rostring für eine chemische Verbindung von Eisenoxyd mit Eiweifs, und Mayerhausen (156) bestätigt dies sowohl für Eisen, wie für andere Metalle. Nach Bunge, v. Hippel, Leber, Gutmann (287) u. A. soll der Rostring allerdings nicht Eisenalbuminat, sondern Eisenoxydhydrat sein, indem die in das Auge eingedrungenen Eisensplitter, die teils aus metallischem Eisen, teils aus Eisenoxyduloxyd bestehen, zunächst mit der Kohlensäure des Gewebes lösliches, doppeltkohlensaures Eisenoxydul erzeugten, welches dann in die Nachbarschaft hineindiffundiere und dort von dem durch die Arterien zugeführten Sauerstoffe als unlösliches Eisenoxydhydrat wieder niedergeschlagen werde. Diese Erklärung des Rostringes scheint mir jedoch immerhin etwas gezwungen zu sein. Allerdings ist es richtig, dass sich Eisen und Eisenoxydul unter der Einwirkung von Kohlensäure in Ferrocarbonat umwandeln, dafs dieses Ferro-

carbonat in kohlensäurehaltigem Wasser unter Bildung eines Bicarbonates löslich ist und dafs aus dieser Lösung durch den Sauerstoff der Atmosphäre wieder Kohlensäure ausgeschieden und Ferrihydrat niedergeschlagen wird. Allein warum denn zuerst mehr die Kohlensäure und später mehr der Sauerstoff in der Kornea wirksam sein sollen, ist nicht wohl ersichtlich und auch nicht durch die an die Korneaverletzung sich anschliessende reaktive Neubildung von Blutgefässen in der Kornea hinreichend zu erklären; und ob überhaupt bei dem geringen Stoffwechsel dieser Membran die zu diesen Prozessen erforderlichen Mengen von freier Kohlensäure und Sauerstoff in der Kornea zur Verfügung stehen, ist mindestens etwas zweifelhaft. Viel eher dürfte es doch wohl wahrscheinlich sein, dafs das Eiweifs der Hornhaut mit dem Eisensplitter, sei es direkt, sei es durch das Zwischenglied einer irgendwie gearteten löslichen Ferro- oder Ferriverbindung, unlösliches braunes Ferrialbuminat bildet, wie sich solches künstlich durch Ferrichlorid in Hühnereiweifs erzeugen lässt und wie es sich auch in der Umgebung eines eisernen Nagels bildet, wenn man denselben einige Zeit in Eiweifs liegen läfst. (In dem letzteren Falle können sich in Folge der fermentativen Zersetzung des Eiweifses immer auch erhebliche Mengen von Ferricarbonat mit bilden.)

Es scheint mir fraglos, dass wir es bei den Kalktrübungen der Hornhaut, für die es, wie wir sehen, eine andere plausible Erklärung nicht giebt, in der Hauptsache mit einem Calciumalbuminate zu thun haben, welches in der Weise entsteht, dafs, wie es auch nach dem mikroskopischen Befunde ersichtlich ist, das Kalksalz zunächst auf die weniger resistente Kittsubstanz zwischen den Epithelzellen und Parenchymfibrillen chemisch zerstörend einwirkt, dann auch die genannten Gewebeelemente selbst in Mitleidenschaft zieht, in den Gewebelücken oder Saftkanälen oder in den künstlich entstandenen Hohlräumen weiter vordringt und überall dort, wohin es gelangt, eine chemische Verbindung in Form eines weifsen, dichten Niederschlages erzeugt, unter gleichzeitiger fortgesetzter Zerstörung und Auflockerung des angrenzenden Gewebes. Dadurch erklärt es sich auch, dafs nicht nur Calciumsalze mit starker chemischer Affinität, wie der Ätzkalk und das Kalkhydrat, sondern auch an sich chemisch indifferente, aber lösliche Calciumverbindungen, wie das Chlorcalcium, schliefslich, wenn auch langsamer, doch immer nur dieselbe Kalkverbindung, also auch immer dieselbe Trübung in der Hornhaut erzeugen. Da diese Trübungen im wesentlichen fast nur aus Calciumalbuminat mit geringen Beimengungen von Carbonat und Phosphat und gelegentlich, unter günstigen Umständen, des ursprünglichen, unveränderten Kalksalzes bestehen, so ist es auch verständlich, dass, wie schon Gosselin, v. Graefe, de Gouvêa und Gühmann angeben, Säuren die Trübungen nur in sehr geringem Grade aufhellen. Sie können ja nur die weitaus kleinere Menge der Bestandteile der Kalktrübung lösen, während das Calciumalbuminat selbst sich bei gewöhnlicher Temperatur

gegen die meisten, nicht allzu konzentrierten Säuren ziemlich widerstandsfähig zeigt und nur von einigen Säuren in konzentrierterem Zustande und bei höherer Temperatur zerstört wird. Aufserdem wird das Calciumalbuminat auch noch von solchen Substanzen ganz oder teilweise zersetzt, welche schwerlösliche Kalksalze zu erzeugen imstande sind. Bringt man z. B. eine mit Ätzkalk oder mit Chlorcalcium getrübte Kornea in eine Lösung von kohlensaurem Natron oder von oxalsaurem Ammoniak, so wird die Trübung sofort viel dichter. In Jores'scher Formalinsalzlösung werden dagegen Kalktrübungen nicht dichter, wohl aber die in derselben Weise mit Ba O, Sr O oder Ag NO_3 erzeugten Hornhauttrübungen, da bei ihnen sich die Albuminate in der genannten Lösung in Ba SO_4 bezw. Ag Cl umwandeln. Trotzdem nun die Trübungen in solchen Fällen dichter werden, bleiben sie dabei doch auf ihren ursprünglichen Bezirk beschränkt, weil sie nur aus dem Albuminate selbst entstehen und nicht etwa aus noch ungefällten Salzlösungen, die, wie gesagt, in den Trübungen oder in ihrer Nachbarschaft einige Zeit nach dem Insulte gar nicht mehr vorkommen.

Ob nun in der Kornea das Calciumalbuminat als solches persistiert oder sich allmählich weiter umwandelt, ist noch ungewiss. Wie wir oben sahen, werden z. B. die durch Kalkhydrat erzeugten Albuminattrübungen alsbald dichter und undurchsichtiger, wenn man sie der Einwirkung von kohlensaurem Natron in Lösung oder von kohlensaurem Wasser aussetzt. Da nun aber in den Geweben und Flüssigkeiten des Auges und insbesondere der Kornea immer geringe Mengen von freier und gebundener Kohlensäure vorkommen, so ist es nicht unmöglich, dafs sich das Calciumalbuminat im lebenden Auge nach und nach in kohlensauren Kalk verwandelt, sei es durch direkte Einwirkung dieser Kohlensäure, sei es, dafs das Calciumalbuminat als solches unbeständig ist und sich, ähnlich wie das dem Lebensprozesse entzogene Eiweifs selbst, allmählich zersetzt und kohlensauren Kalk bildet. Da der letztere noch viel undurchsichtiger ist, wie das Albuminat, so werden sich mit seiner Bildung vielleicht auch die optischen Verhältnisse wieder etwas bessern können, sofern nur noch einige ungetrübte Hornhautpartien vorhanden sind. Ebenso ist ferner die Möglichkeit nicht auszuschliefsen, dafs der kohlensaure Kalk in der Folge von der kohlensäurehaltigen Gewebeflüssigkeit ganz allmählich aufgelöst wird, und es sind dadurch vielleicht die sehr vereinzelten Fälle zu erklären, in denen sich noch längere Zeit nach der Entstehung der Kalktrübung, wenn dieselbe nicht zu dicht war und namentlich bei jugendlichen Individuen, nach und nach ganz spontan eine Aufhellung gezeigt hat, die manchmal aber auch wohl nur auf dem Rückgange von hartnäckigen Infiltraten beruhte, welche sich ja sekundär an die Kalktrübung anschliefsen.

Je nach der chemischen Natur des einwirkenden Calciumsalzes, nach seiner Menge und nach seiner Konzentration, wird die chemische Zerstörung der Kornea

verschieden schnell und in verschiedenem Grade eintreten, am schnellsten bei Calciumcarbid, Ätzkalk, Kalkhydrat und Calciumsulfit in Substanz, ziemlich viel langsamer bei Calciumsalzlösungen; mit Ausnahme des Gipses stellt sie sich schliefslich aber bei allen löslichen Calciumverbindungen ein und die Angabe Gühmann's z. B. (136, p. 59), dafs Kalkmilch mit weniger wie 8% Kalkhydrat der Kornea nicht mehr schaden könne, ist nicht zutreffend. Wenn die Lösungen nur hinreichend lange und in hinreichender Menge auf die Hornhaut einwirken können, so führen sie auch in verdünntem Zustande am Ende immer zu einer vollständigen Trübung der Kornea. Bei lebenden Augen, bei denen sonst, wie es mir scheint, die Kalktrübungen noch schneller und intensiver eintreten, wie bei toten (vielleicht infolge der Zirkulation des Gewebesaftes), sind die vorgenannten Bedingungen natürlich nicht zu erfüllen und für gewöhnlich zeigen sich deshalb ihnen gegenüber die meisten reinen Kalksalzlösungen als unschädlich, wenn das Epithel noch unverletzt ist.

Schon Ruete (34) hatte von dem letzteren behauptet, dafs es dem Kalke einen gewissen Widerstand zu leisten vermöge, und in der That kann man unschwer die Wahrnehmung machen, dafs an solchen Stellen, an denen vor oder beim Insulte das Epithel verletzt wurde, die Trübung viel schneller eintritt und dichter wird, wie an Stellen mit unversehrtem Epithel. Auch bei meinen Versuchen über die Diffusion von Blutlaugensalzlösung durch die Kornea (vergl. p. 85), zeigte es sich, dafs die Lösung nur dort in die Hornhaut einzudringen vermochte, wo das Epithel zuvor entfernt worden war. Es wird dieses verschiedene Verhalten von Epithel und Parenchym verständlich, wenn man berücksichtigt, dafs das erstere ein nahezu dicht geschlossenes Zellenstratum mit sehr spärlicher und relativ fester Intercellularsubstanz bildet, in welcher, trotz der gegenteiligen Behauptung Raehlmann's (98), wahrscheinlich gar keine Lücken vorkommen, während die Elemente des Hornhautparenchyms viel lockerer angeordnet sind und eine reichlichere Intercellularsubstanz, vielleicht sogar mit wirklichen Saftlücken oder Hohlräumen, zwischen sich lassen. Es wird also wahrscheinlich das lockerere Parenchym dem Eindringen und Einwirken chemischer Agentien weit weniger Widerstand entgegensetzen, wie das derbere Epithel, ja es kann vielleicht sogar durch sein Lückensystem und seinen Zirkulationsstrom eine Art von ansaugender Wirkung auf Salzlösungen etc. ausüben.

Wesentlich ist der Widerstand des Epithels aber nur dann, wenn die Calciumsalze chemisch indifferent oder wenn ihre Lösungen nur schwach sind. In allen anderen Fällen, so namentlich bei den hier vorzugsweise in Frage kommenden Verbindungen, wie Calciumcarbid, Ätzkalk, Kalkhydrat und Calciumsulfit in Substanz, bei denen die chemische Ätzwirkung ganz im Vordergrunde steht, ist der nur geringe Schutz, den das unversehrte Epithel zu bieten vermag, ganz belanglos. Bei der von solchen Präparaten hervorgerufenen rapiden und ausgedehnten Zerstörung geht auch das Epithel fast

momentan zu Grunde. Immerhin kann das letztere aber doch bisweilen einen gewissen transitorischen Schutz gewähren und das nicht allein, wenn es noch intakt ist, sondern auch dann noch, wenn es bereits chemisch verändert wurde. Indem es nämlich mit dem eingedrungenen Agens eine voluminöse und unlösliche organische Verbindung eingeht, hindert es einigermafsen dieses Agens am weiteren Vordringen, und dasselbe gilt auch von den durch Kalk getrübten Partien des Parenchyms, die das umliegende noch unversehrte Gewebe wenigstens eine Zeit lang vor den ferneren Angriffen schützen, indem sie die Wege, auf denen die Noxe weiter eindringen könnte, gewissermafsen verstopfen. Darauf beruht auch wohl die zuerst von v. Wecker (70) beobachtete Thatsache, dafs bei Kalktrübungen das Tätowieren der Kornea mit chinesischer Tusche sehr erschwert ist, und meine Wahrnehmung, dafs die mit Kalk geätzte Kornea sich mit den gebräuchlichen Tinktionsmitteln nur schlecht färbt und dafs insbesondere, wie ich bereits früher erwähnte, die charakteristische Fluoresceïnfärbung bei Epitheldefekten regelmäfsig mifslingt. Augenscheinlich leistet das Calciumalbuminat diesen Färbemitteln Widerstand und hindert auch das Eindringen derselben in das intakte Gewebe.

Dennoch ist der Schutz, den die Hornhauttrümmer im ersten Stadium einer frischen Kalkverletzung dem noch gesunden Gewebe bieten können, auch schon deshalb in den meisten Fällen ein problematischer, weil diese Trümmer wenigstens anfänglich immer noch Reste des unzersetzten Agens enthalten, die dann ihrerseits eine weitere Ätzwirkung herbeiführen, welche durch die der Ätzung folgende Quellung des benachbarten Gewebes noch begünstigt wird. Infolgedessen kann so infolge fortgesetzter Ätzung auch von einem räumlich beschränkten Bezirke der Kornea aus nach und nach die ganze Membran zerstört werden und es kann dann, namentlich natürlich wenn eine primäre mechanische Verletzung der Hornhaut mit dem Insulte vergesellschaftet war, das Agens sogar teilweise unzersetzt, sei es durch einen Defekt in der Descemet'schen Membran, sei es schon vorher auf dem Umwege durch die Lymphbahnen, in die vordere Kammer eindringen. So habe ich denn auch bei fortgesetztem intensivem Ätzen schliefslich nicht nur in der Kornea, sondern auch im Humor aqueus, das unzersetzte Kalksalz wiedergefunden.

Handelte es sich beim Ätzen um Kalkhydrat, welches sich ja durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Atmosphäre oder aus dem Gewebe sehr schnell in kohlensauren Kalk verwandelt, so konnte ich, wenn ich einige Zeit verstreichen liefs, auch den letzteren bisweilen in merklicher Menge in der Hornhauttrübung nachweisen, wodurch sich dann wohl die oben angegebenen Beobachtungen von Gosselin, de Gouvêa, Gühmann u. A. über das Vorkommen von kohlensaurem Kalke in frischen Kalktrübungen erklären lassen.

Niemals aber habe ich eine erheblichere Menge von phosphorsaurem Kalke, auf den Gühmann seine Diffussionstheorie stützt, in den Geweben finden können, als wie es nach dem normalen physiologischen Gehalte dieser an phosphorsauren Alkalien zu erwarten war. Geringe Mengen von phosphorsaurem Kalke kommen ja sowohl im Hornhautgewebe, wie im Konjunktivalsekrete und im Kammerwasser, physiologisch vor, und bei pathologischen Veränderungen kann jener sogar in beträchtlicher Menge dort abgelagert werden. So fanden Bowman (18), Clarke (63), Dixon (72), Nettleship (102, 106), Sellerbeck (107), Lewkowitsch (118), Birnbacher (255) u. A. bei der Gürtelkeratitis punkt- oder strichförmige Trübungen in der Bowman'schen Membran und in den obersten Parenchymschichten, die nach ihnen ganz oder teilweise aus kohlensaurem, namentlich aber aus phosphorsaurem Kalke bestanden. Doch lassen die Beobachtungen von Birnbacher auch die Deutung zu, dafs es sich hierbei vielleicht teilweise ebenfalls um Calciumalbuminat handeln möchte. Sellerbeck will in der bandförmigen Trübung auch Magnesia gefunden haben und Magnus (130) behauptet, dafs der Kalk bei der Gürtelkeratitis nur accessorisch sei und, wie bei den Staphylomen, rein mechanisch durch Niederschlag aus dem Konjunktivalsekrete entstehe. Jedenfalls kommen Kalkeinlagerungen in die Hornhaut auch ohne Kalkverletzungen gelegentlich zustande und v. Graefe (25) beobachtete dieselben auch einmal (bei einer Katarakt) in der Linse.

V. Therapie und Prognose der Kalkverletzungen des Sehorganes.

So bemerkenswert auch vielleicht die in den voraufgegangenen Abschnitten eingehender geschilderten Ursachen und Entstehungsweisen der Kalkverletzungen des Auges und insbesondere die chemische Natur der aus diesen Verletzungen resultierenden Hornhauttrübungen sein mögen, so würden sie doch kaum mehr wie ein akademisches Interesse für sich beanspruchen können, wenn uns ihre Kenntnis nicht in den Stand setzte, daraus wichtige Rückschlüsse auf notwendige und einigermafsen erfolgreiche therapeutische Mafsnahmen zu machen. Diese Möglichkeit ist aber, wie wir unten sehen werden, in der That vorhanden.

Zunächst mufs ich indessen noch vorausschicken, dafs die Wahl und der Erfolg etwaiger Heilmittel bei einer frischen Kalkverletzung weit weniger von dem Grade der entstandenen Trübung und von der ursprünglichen chemischen Natur der Noxe, als von dem augenblicklichen Zustande der letzteren, und dieser wieder von der Zeit, die seit dem Beginne des Insultes etwa verstrichen ist, abhängen werden. Der Grad der Verletzung selbst ist hier für die ersten therapeutischen Mafsnahmen, bei denen es sich vorzugsweise um die Ausschaltung weiterer Schädigungen handeln mufs, zunächst ganz irrelevant und kommt erst in den späteren Stadien des Heilungsprozesses in Frage, wenn es darauf ankommt, die entstandenen Trübungen und die Folgezustände der primären Verletzung zu beseitigen. Ebenso ist auch die ursprüngliche chemische Natur des Kalksalzes für die Therapie nur von untergeordneter Bedeutung. Zwar wirken ja die verschiedenen Calciumverbindungen, wie wir sahen, insbesondere auf die Hornhaut in verschiedener Weise ein, doch ist diese Verschiedenheit mehr eine quantitative, wie eine qualitative; durchweg handelt es sich bei allen Calciumsalzen in erster Reihe um eine chemische Aktion auf das Hornhautgewebe, deren Endresultat immer die Bildung ein und derselben Substanz,

des unlöslichen und undurchsichtigen Calciumalbuminates, ist. Da nun aufserdem die sichere Feststellung der chemischen Beschaffenheit des betreffenden Kalksalzes manchmal unmöglich, manchmal mit dem Verluste kostbarer Zeit verbunden sein wird, da ferner in den weitaus meisten Fällen anzunehmen ist, dafs die Noxe aus Kalkhydrat besteht, und da endlich diejenigen Mittel, welche die fernere Wirksamkeit des letzteren hindern, vielfach auch die übrigen Calciumverbindungen unschädlich machen bezw. beseitigen, so können wir in der Praxis alle mit den in Rede stehenden Agentien erzeugten Augenverletzungen prinzipiell so behandeln, als seien sie durch Kalkhydrat hervorgerufen. Wir dürfen das jedenfalls thun, wenn wir ein für alle Fälle wirksames Gegenmittel gebrauchen, wir müssen das aber auch thun, weil, wie schon gesagt, Nachforschungen nach der chemischen oder physikalischen Natur der schädigenden Kalkverbindung teils zwecklos, teils wegen des Zeitverlustes verwerflich sind.

Anders liegt aber die Sache mit Rücksicht auf die Zeit, die etwa seit dem ersten Angriffe des Kalksalzes insbesondere auf die Kornea verflossen ist. Wir sahen oben, dafs alle Calciumverbindungen, soweit sie überhaupt auf das Auge schädigend einwirken, diese Wirksamkeit sofort entfalten und dafs, wenigstens bei den trockenen und breiartigen Substanzen, schon in äufserst kurzer Zeit irreparable Schäden entstehen. Es liegt auf der Hand, dafs das Maximum der Schädigung in die erste Zeit nach der Verletzung fällt und dafs von da an die Wirkung und die Gefahr allmählich geringer werden, sei es, dass die Noxe sich erschöpft oder dafs sie mechanisch entfernt oder chemisch unschädlich gemacht wird, sei es, dafs das inzwischen mortifizierte Gewebe sie teilweise abschwächt. Von diesen Gesichtspunkten aus sind nun drei auch in therapeutischer Hinsicht wesentlich verschiedene Stadien bei der Kalkverletzung zu unterscheiden. Das erste Stadium umfafst den Zeitraum vom Beginne bis zum Aufhören der direkten Ätzwirkung, das zweite würde das Stadium der an diese Wirkung auch nach Beseitigung der direkten Noxe sich anschliessenden pathologischen Veränderungen bis zur Heilung sein und das dritte Stadium wäre das des abgelaufenen Prozesses und der stationär gewordenen Veränderungen. Während das erste Stadium einige Minuten bis — und das ist leider häufig der Fall — mehrere Tage dauern kann, zieht sich das zweite fast immer durch eine Reihe von Monaten hin und geht dann ohne deutliche Grenze in das dritte Stadium über. Die Grenze zwischen dem ersten und zweiten Stadium wird gegeben durch die vollkommene Beseitigung oder das Aufhören der Wirkung der ätzenden Substanz. Die Behandlung der Verletzung mufs in diesen drei Stadien eine grundsätzlich verschiedene sein, im ersten eine vorzugsweise prophylaktische, auf das Eliminieren weiterer Schädigungen abzielende, im zweiten eine prophylaktische und therapeutische und im dritten eine lediglich therapeutische.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die richtige und schnelle Behandlung einer Kalkverletzung gerade im ersten Stadium. Da das Ätzmittel in allen Fällen immer noch so lange weiter wirkt, wie sich noch unveränderte Partikel desselben auf dem Bulbus vorfinden, so wird die Grösse der Beschädigung wesentlich von der Dauer des ersten Stadiums abhängen, und da andererseits das Ätzmittel sofort und anfänglich am intensivsten seine Wirkung entfaltet, so kommt es nicht nur darauf an, dasselbe überhaupt, sondern auch so frühzeitig, wie möglich, zu eliminieren. Hier kann jeder Bruchteil einer Minute von unermefslichem Werte sein. War die Menge des ätzenden Agens nur einigermafsen beträchtlich und dieses selbst hinreichend konzentriert, so kann schon nach wenigen Minuten die Prognose quoad functionem pessima sein.

Ist demnach gerade im Beginne des ersten Stadiums, d. h. sofort nach erfolgter Kalkverletzung, eine sachgemäfse Hilfeleistung am notwendigsten, so ist sie doch bedauerlicher Weise fast niemals früh genug zur Stelle. Höchst selten nur wird ein Arzt bei einer Kalkverletzung noch einigermafsen rechtzeitig eingreifen können, meist wird immer erst eine kostbare Zeit verstreichen, während welcher von dem Verletzten oder seiner Umgebung mehr oder minder ungeschickte oder unzweckmäfsige Versuche, den Fremdkörper zu entfernen oder unschädlich zu machen, unternommen werden. So beklagenswert dieser Zeitverlust auch ist, so wird sich daran doch nichts ändern lassen, um so wichtiger ist es aber auch wieder, dafs die ersten therapeutischen Mafsnahmen, die immer Laienhänden überlassen bleiben werden, absolut zweckdienlich sind und nicht etwa erst recht noch den Schaden vermehren, und ferner, dafs diese Mafsregeln unverzüglich vorgenommen werden. Viel wichtiger deshalb wie die Frage: wie soll sich der Arzt einer frischen Kalkverätzung gegenüber verhalten? ist die andere: was kann und was mufs der Verletzte selbst oder seine Umgebung sofort nach eingetretenem Unfalle thun? Der Arzt befindet sich ja, wenn er dazu kommt, therapeutisch eingreifen zu können, in sofern im Nachteile, als seine Mafsnahmen in einem gewissen Umfange häufig schon zu spät einsetzen, in sofern aber doch wieder im Vorteile, als er dem Falle objektiv, unterrichtet und zu minder grosser Eile gezwungen gegenübersteht, während der Verletzte selbst zwar zunächst noch am wirksamsten dem Umsichgreifen des Schadens begegnen könnte, dabei aber, von Schmerz und Angst gepeinigt, des Augenlichtes zunächst teilweise oder ganz beraubt, meist ungebildet und über die Gefahr und die Mittel zu ihrer Verhütung durchaus im Unklaren, leicht kopflos wird und dann Notwendiges unterlässt, Unzweckmäfsiges unternimmt oder beides zugleich thut oder endlich den therapeutischen Experimenten seiner meist ebenso ungebildeten und kopflosen Umgebung sich mehr oder minder machtlos überlassen mufs. Selbstverständlich mufs deshalb

zwar in allen Fällen sofortige ärztliche Hilfe auf dem schnellsten Wege herbeigeholt werden; das Eintreffen derselben aber unthätig abzuwarten oder etwa den Patienten diese selbst aufsuchen zu lassen, ist entschieden verwerflich. Bei jeder frischen Kalkverletzung mufs sofort in zweckdienlicher Weise eingegriffen werden, denn mit jeder verlorenen Sekunde wird der Schaden grösser, die Prognose ungünstiger.

Was soll denn nun bei einer frischen Kalkverletzung geschehen? Jedenfalls muss, und das gilt natürlich auch für den später eintreffenden Arzt das Augenmerk in erster Reihe und zunächst ausschliefslich auf die schleunige und gründliche Beseitigung oder Unschädlichmachung der etwa noch auf dem Bulbus haftenden Kalkpartikel gerichtet sein, die ja fortdauernd weiteren irreparablen Schaden anrichten können, indem, wie schon Zander und Geissler (44) mit Recht betonen, „mit jedem Augenblicke des längeren Verweilens die Wirkung der Fläche und der Tiefe nach zunimmt“. Wie unglaublich leichtsinnig und indolent aber gerade in der Hinsicht häufig die Verletzten sind, beweisen die jedem Augenarzte bekannten, fast die Regel bildenden Fälle, in denen noch Stunden, ja Tage (231, p. 177, observ. 63) nach dem Unfalle erhebliche Kalkreste auf dem Bulbus und in der Konjunktiva palpebr. gefunden wurden. Auch in dem zweiten der von mir klinisch beobachteten, früher (311) angegebenen Fälle hatte der Patient nach dem Kalkinsulte erst noch versucht, in Gemütsruhe seinen Nachmittagskaffee einzunehmen, bis ihn der Schmerz zwang, den Arzt aufzusuchen, und in dem oben (p. 61) von mir angeführten, von Diebold beobachteten Falle waren zwischem dem Unfalle und der ersten ärztlichen Behandlung, trotzdem der Verletzte inzwischen total blind geworden war, sogar neun Wochen verstrichen.

Die Frage, mit welchem Mittel am wirksamsten den Angriffen des kurz zuvor in die Lidspalte eingedrungenen Kalkes begegnet werden könne, hat in den letzten Decennien merkwürdigerweise nahezu allgemein eine durchaus unrichtige Beantwortung gefunden. Das nächstliegende würde es ja sein, die Kalkreste mit Wasser, welches ja fast immer leicht und in genügender Menge zu beschaffen ist, fortzuspülen. Früher scheint man denn auch allgemein dieses Verfahren beobachtet zu haben, aber wohl nur, weil man kein besseres kannte, und auch noch Gosselin (31), der die einmal entstandenen Hornhauttrübungen mit Zuckerwasser beseitigen wollte, benutzte doch zur Entfernung der Kalkreste im Konjunktivalsacke noch u. a. den Wasserstrahl (vergl. auch 231, p. 175, observ. 6). Aber schon 25 Jahre vor ihm hatte Rosas (8) behauptet, dafs der ungelöschte Kalk für das Auge sehr verderblich sei, „besonders wenn er durch unvorsichtigen schnellen Gebrauch des Wassers auf dem Auge selbst abgelöscht“ werde, und ebenso Diebold (l. c.) im Jahre 1838, dafs „das Zubringen von Wasser natürlich nur die Entzündung vermehre“. Darauf hatte zwar v. Arlt zunächst (19) wieder empfohlen,

„Kalk, Mörtel u. dergl. durch einen raschen Wasserstrahl rasch abzuspülen", warnte dann später (85) aber ebenfalls ausdrücklich vor dem Gebrauche von Wasser bei Kalkverletzungen, indem er daran erinnert, „dafs man Körper, die durch Ätzung noch fortwirken, z. B. Stücke von Ätzkalk u. dergl., so schnell und gut als möglich mechanisch, nicht aber mit Wasser, welches die Wirkung steigern oder weiter verbreiten kann, zu entfernen trachten werde". Denselben Gedanken findet man seitdem immer wieder in fast allen Mitteilungen, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigen, so z. B. in den Wiener Krankenhaus-Berichten vom Jahre 1860 (p. 231), die u. a. eines Falles Erwähnung thun, in dem eine 16jährige Taglöhnerin mit einem Fasse Mauermörtel gefallen war und sich dabei das ganze Gesicht mit der breiigen Masse übergossen hatte, worauf ihr „unglücklicherweise auf dem Bauplatze die Augen mit Wasser ausgewaschen worden" seien. Bei Zander und Geissler (44) finden sich folgende Angaben: „Zur Verdünnung und Neutralisation von flüssigen Ätzmitteln dient in fast allen Fällen in erster Reihe die Ausspülung des Auges mit reinem, eiskaltem Wasser, als demjenigen Mittel, welches wenigstens eher zur Hand ist, als alle chemischen Gegenmittel. — Die Verbrennungen mit trockenen Ätzmitteln in Pulverform, namentlich die mit Ätzkalk, machen in der Reihe der besprochenen chemischen Verletzungen eine sehr wichtige Ausnahme. Es hat sich schon oft schwer bestraft, dafs der auf diese Weise Verletzte sich das Auge mit Wasser auswusch und nun dem Ätzkalk erst rechte Kraft zur Wirkung gab". Auch Weinberg (126) behauptet, dafs sich bei einer Kalkverletzung das Ausspülen mit Wasser verbiete, und Michel (223) meint, dafs bei einer solchen Verletzung augenblickliche Hilfeleistung notthue, weil „gewöhnlich statt Öl Wasser zum Auswaschen benutzt" werde, „wodurch alsdann, wenn noch Teile ungelöschten Kalkes vorhanden" seien, „eine nochmalige Verbrennung hervorgerufen" werde. Ebenso sagt Rosenmeyer (276), dafs Fremdkörper alsbald zu entfernen seien, aber „bei ungelöschtem Kalke die noch sichtbaren Kalkpartikel nie mit Wasser, sondern mit in Öl oder Vaselin getränkten Wattebäuschen, indem durch ersteres neue Verbrennungen hervorgerufen" würden.

Während diese vorgenannten Autoren den Gebrauch des Wassers augenscheinlich in der Annahme, die auch Zehender (84) macht, widerraten, dafs in den auf dem Bulbus haftenden Kalkpartikeln eine mehr oder minder grofse Menge noch ungelöschten Kalkes enthalten sein könnte, warnen Andere sogar vor der Anwendung von Wasser auch zur Beseitigung des Kalkhydrates. So sagt z. B. Vossius (147), dafs das überschüssige Ätzmittel (Kalkhydrat) entfernt werden müsse, aber nicht mit Wasser, „welches zwar diluiert, aber dadurch den Stoff weiter verbreitet". Ebenso meint Stroschein (254), dafs alter Kalk nur mechanisch entfernt werden dürfe, weil das Wasser die Lösung befördere und durch Verminderung der Zirkulation die Widerstandsfähigkeit des Gewebes herabsetze, und de Bovis (231) äufsert sich zu diesem Gegenstande

bei dem Kapitel über die Kalkverletzung folgendermafsen: „On ne devra jamais recourrir au lavage avant d'avoir extrait tout ce qu'on peut de chaux solide et demi-solide soit avec des pinces soit avec une curette. Un lavage actif la delayerait, la dissoudrait en parties et les régions de l'oeil qui, jusque-là, avaient échappé, seraient frappées à leur tour", fügt aber doch gleich hinzu: „L'extraction (d. h. des Kalkes) operée, on emploiera avec avantage un lavage abondant pour extraîner les particules de chaux restantes". Auch Fuchs (309) widerrät den Gebrauch von Wasser bei Kalkverletzungen.

Andere Autoren, wie v. Graefe (32), Seidelmann (93), Hirschberg (nach 129 zu schliefsen), Cohn (244), Reynolds (249), Schmidt-Rimpler (277) und Silex (300), warnen zwar nicht ausdrücklich vor dem Auswaschen mit Wasser, die von ihnen empfohlenen oder geübten Behandlungsweisen lassen aber darauf schliefsen, dafs sie ein solches Verfahren für bedenklich oder doch für mindestens erfolglos halten. Einen ganz besonderen Standpunkt in dieser Frage nehmen Knies (247) und Gühmann (136) ein, von denen der erstere behauptet, dafs „das vielfach anempfohlene Auswaschen mit Zuckerlösung nur in der allerfrühesten Zeit einen Sinn" habe und dafs „später mehrfaches Ausspülen mit Wasser oder schwacher Kochsalzlösung" genüge, während Gühmann das Auswaschen von Ätzkalk aus dem Auge zwar augenscheinlich für sehr bedenklich hält, bei Kalkhydrat u. dergl. aber „die Reinigung des Bindehautsackes durch einen Wasserstrahl vorzunehmen" empfiehlt, weil er der Ansicht ist, dafs „der Kalk, welchen der Arzt in einem verletzten Auge eventuell noch vorfindet, für ihn lediglich die Rolle eines einfachen, im Bindehautsack befindlichen Fremdkörpers spielt."

Was zunächst Gühmann's Behauptung von der Unschädlichkeit der Kalkreste im Konjunktivalsacke angeht, so beruht diese ohne Frage auf einem Irrtume und könnte, wenn sie in die Praxis übersetzt würde, doch gegebenen Falles bedenkliche Folgen nach sich ziehen. Wie Gühmann zu dieser Ansicht gekommen ist, ist nicht recht ersichtlich. Seine Diffusionstheorie reicht zur Begründung derselben jedenfalls nicht aus, denn selbst wenn wir einmal die Richtigkeit derselben zugeben wollten, so kann doch bei einer Diffusion nur soviel Kalk im günstigsten Falle unschädlich gemacht werden, wie den geringen Spuren von Kammerwassersalzen äquivalent ist, d. h. also wieder nur Spuren, gegen welche die auf der Bulbusoberfläche haftenden Kalkreste doch ungeheure Mengen sind. Auch die in ihrer Zusammensetzung Gühmann bekannte Thränenflüssigkeit und das Konjunktivalsekret vermögen es wenigstens zunächst nicht, alle Kalkmassen auf dem Bulbus in einfache, d. h. fernerhin chemisch unwirksame Fremdkörper umzuwandeln. Wohl verwandelt sich allmählich das Kalkhydrat (nicht die übrigen Calciumverbindungen) soweit es nicht in die Gewebe des Auges, sich mit ihnen verbindend, eindrang, im Konjunktivalsacke von selbst durch Kohlensäureaufnahme in unlöslichen und unschädlichen kohlensauren Kalk, der dann

in der That „lediglich die Rolle eines einfachen Fremdkörpers spielt", aber dazu bedarf es bei dem geschützten Sitze der Kalkreste und bei dem meist krampfhaften Lidschlusse mindestens mehrerer Stunden, wenn nicht Tage. Es ist deshalb ganz unzweifelhaft, und ich möchte das hier ausdrücklich betonen, dafs die Kalkresiduen auf der Kornea und Konjunktiva und ebenso der noch unzersetzten Kalk enthaltende Epitheldetritus, wenigstens innerhalb der ersten Stunden nach dem Kalkinsulte, noch eine recht erhebliche Ätzwirkung ausüben können und ausüben und dafs sie keineswegs einfache, harmlose Fremdkörper sind.

Knies scheint in seinem oben citierten Ausspruche Gühmann gefolgt zu sein, denn es entspricht in der That der Gühmann'schen Anschauung, dafs der Kalk auf dem Bulbus nur in der allerersten Zeit noch von Zuckerwasser gelöst werde, weil er sich dort so schnell verwandele, dafs aber der so verwandelte, d. h. in Wasser oder Zuckerwasser unlöslich gewordene Kalk dann am besten mit Wasser oder Salzwasser (wozu das Salz?) als blofser Fremdkörper rein mechanisch zu entfernen sei.

Ebenso beruht andererseits aber auch die oben erwähnte Ansicht mancher Autoren, dafs in den Kalkresten noch ein mehr oder minder grofser Antheil an ungelöschtem Kalke sich finden könne, auf einem Irrtume, wenigstens für die weitaus gröfste Mehrzahl aller Fälle. Über 90 % sämtlicher Kalkverletzungen werden durch Kalkbrei, Mauermörtel, Kalkmilch, Verputzermörtel oder Cementbrei hervorgerufen, also durch Substanzen, die soviel Wasser enthalten, dafs die Anwesenheit von Resten des so wasserbegierigen ungelöschten Kalkes in ihnen nahezu ausgeschlossen ist. Nur der Ätzkalk selbst, der ungenügend gelöschte Kalk, der Wiener Kalk, der gemahlene hydraulische Kalk und das Cementpulver könnten allenfalls die Befürchtung einer thermischen Wirkung bei ihrer Berührung mit Wasser auf dem Bulbus einigermafsen rechtfertigen. Von diesen Substanzen, welche alle in trockenem Zustande, nicht aber in feuchtem, in der That Ätzkalk enthalten, scheiden jedoch zunächst die Cemente und der abgestorbene oder teilweise gelöschte Kalk — schon von vornherein — aus, da sie sich, wie wir oben sahen, mit Wasser nur sehr unbedeutend erwärmen. Auch der Ätzkalk selbst kann hier nur ausnahmsweise in Frage kommen, da er in der Regel nur in grofsen Stücken verarbeitet wird, die naturgemäfs in den Konjunktivalsack nicht eindringen können. Es wäre also höchstens dann eine thermische Wirkung auf das Auge denkbar, wenn etwa gemahlener Ätzkalk oder hydraulischer Kalk oder pulverisierter Wiener Kalk in die Lidspalte eindringen würden. Diese drei Kalkpräparate werden aber verhältnismäfsig noch so wenig technisch verarbeitet, dafs Verletzungen mit ihnen in Deutschland wenigstens nicht gerade häufig vorkommen. In Nantes allerdings, wo gemahlener Ätzkalk in Säcken (Sackkalk) als Handelsware in grofsen Mengen

regelmäfsig in Schiffe verladen wird, hat Guépin (14) beobachtet, dafs von allen Kalkverletzungen diejenigen mit Ätzkalkpulver das gröfste Kontingent stellen und dafs sie namentlich bei windigem Wetter vorkommen. Auch de Bovis (231, pag. 172, obs. 56) beschreibt einen ähnlichen Fall, und es ist ja wahrscheinlich, dafs mit der zunehmenden Fabrikation von hydraulischem Kalke und von Sackkalk in Zukunft solche Fälle häufiger beobachtet werden, augenblicklich werden aber an den meisten Orten Verletzungen mit trockenem Ätzkalke und mit Ätzkalk enthaltenden Substanzen noch ziemlich selten sein.

Aber selbst wenn sie sich ereignen, ist doch die Furcht, sie sofort mit Wasser zu behandeln, durchaus unberechtigt. Wir sahen ja schon oben (pag. 22 u. 45), dafs bei relativ geringen Ätzkalkmengen und hinreichend viel Wasser die Wärmeentwickelung nur eine höchst unbedeutende ist, um so unbedeutender, je mehr Wasser genommen wird, dafs auch ohne Wasserzufuhr die Thränenflüssigkeit allein schon genügen würde, das Löschen und die damit eventuell verbundene Wärmebildung zu erzeugen, und dafs endlich gerade alle anderen zur Beseitigung des Kalkes vom Bulbus empfohlenen Mittel die Gefahr einer Verbrennung erst recht steigern würden. Es ist also bei Verletzungen des Sehorganes mit Ätzkalk und ätzkalkhaltigen Substanzen der Gebrauch des Wassers nicht nur unbedenklich, sondern vielmehr geradezu notwendig, um eine etwaige Temperatursteigerung, die schon die Thränenflüssigkeit in dem Kalke hervorrufen könnte, zu unterdrücken oder herabzusetzen, und dasselbe gilt natürlich erst recht noch von solchen Fällen, in denen im Löschen begriffener oder eben frisch gelöschter, also schon von vorneherein heifser Kalk in's Auge gelangt.

Ähnlich steht's auch mit den Verletzungen durch Kalkbrei und dergleichen. Man hat da ziemlich allgemein der Befürchtung Raum gegeben, dafs durch Wasser der Kalk ja erst recht gelöst und damit bisher noch unversehrten Partien der vorderen Augenmembranen zugeführt werde, wie das von stark ätzenden und leicht löslichen Substanzen allenfalls wohl denkbar ist und von Zander und Geissler (44) bei einem jungen Manne beobachtet wurde, der sein rechtes Auge mit einer erheblichen Menge pulverförmigen Quecksilbersublimates verletzt und dann mit Wasser ausgespült hatte. In der That löst auch, wie wir oben (pag. 25) sahen, insbesondere kaltes Wasser das Kalkhydrat sehr schnell fast bis zur vollständigen Konzentration. Andererseits haben wir aber auch kennen gelernt, dafs selbst eine konzentrierte Kalkhydratlösung nur einen relativ kleinen Prozentgehalt hat und dafs alle Kalksalze auch in hochgradigen Lösungen nur langsam und nur bei längerem Verweilen einen Schaden auf das Auge auszuüben im Stande sind. Spülen wir also das Auge reichlich und anhaltend mit reinem, kaltem Wasser aus, so werden wir zwar eine Zeit lang immer wieder neue Kalk-

lösungen erzeugen, diese aber stets sofort wieder entfernen, ehe sie noch den geringsten Schaden anrichten konnten, und was für das Kalkhydrat gilt, gilt auch für alle anderen löslichen Kalksalze.

Diejenigen, die den Gebrauch des Wassers zur Entfernung der Kalkreste von der Kornea und Konjunktiva widerraten, empfehlen nun u. a. meist zunächst die mechanische Beseitigung derselben mit einer Staarnadel, dem Daviel'schen Löffel und ähnlichen, geeigneten Instrumenten. Zander und Geissler (44) meinen sogar, dafs dazu „jedes beste Instrument" zu nehmen sei, und erzählen den etwas unglaubwürdigen Fall, dafs „ein Arzt einmal in der Not ein Stückchen Ätzkalk mit seiner eigenen Zungenspitze, die sich auch vortrefflich dazu eignete, obwohl sie verbrannt (?) wurde", aus dem Auge entfernt habe. Gewifs können ja manuell und durch Instrumente viele Kalkpartikel ohne besondere Schwierigkeiten vom Bulbus entfernt werden. Einmal werden aber dadurch leicht Epitheldefekte erzeugt, die in der Kornea, auch wenn sie noch so geringfügig sind, doch bedenkliche neue Eingangspforten für die ätzende Substanz oder für Infektionskeime schaffen, und dann verlieren wir damit viel kostbare Zeit, denn während wir einige Partikel entfernen, können alle anderen ungestört weiter ätzen. Es ist deshalb, wenigstens für die Hornhaut, unbedingt notwendig, sie zunächst schleunigst und so ausgiebig und sorgfältig wie möglich mit reichlichen Mengen Wassers zu säubern und erst dann operativ diejenigen kleinsten Partikel zu entfernen, die sich durch Wasser nicht beseitigen liefsen. Es werden deren meist immer noch ziemlich viele sein, da ja der Kalk sehr fest auf dem Bulbus haftet. Mit den Kalkresten zugleich mufs natürlich möglichst auch der Epitheldetritus entfernt werden, der ja theilweise aus noch unzersetztem Kalke bestehen und dann seinerseits fortätzen kann. Eine thermische Wirkung ist, wie gesagt, bei der Wasserspülung aber absolut nicht zu befürchten, selbst nicht bei dem Calciumcarbid und dem wasserfreien Chlorcalcium, die ihre maximale Löschtemperatur inzwischen doch längst durch die Einwirkung der Thränenflüssigkeit erreicht haben würden.

Natürlich darf das Wasser nicht etwa mit feuchten Tüchern, Schwämmen oder dergl. auf die Kornea gebracht werden, da, von der damit verbundenen Infektionsgefahr abgesehen, bei einem solchen Verfahren die Kalkpartikel leicht erst recht in die Hornhaut hineingerieben werden und da geringe Wassermengen gelegentlich vielleicht doch eine thermische Wirkung heraufbeschwören können. Am besten geschieht das Reinigen mit einem reichlichen und andauernden Wasserstrahle, der aber nicht zu stark sein darf, da er sonst ebenfalls leicht den Kalk in das Gewebe, welches ja immer mehr oder minder aufgelockert ist, erst recht mechanisch hineintreibt. Selbstverständlich mufs das Wasser rein sein, ob es aber besser kalt oder lau-

warm genommen wird, scheint mir noch zweifelhaft. Ich würde dem kalten den Vorzug geben, weil es zwar allerdings die Widerstandsfähigkeit des Gewebes etwas herabsetzt, dafür aber auch zugleich antiphlogistisch wirkt, wohl in fast allen Fällen schneller reichlicher und reiner zu beschaffen sein dürfte, wie warmes, und weil es den Kalk fast ebenso schnell und leicht löst, wie dieses. Auch ist immerhin die Möglichkeit vorhanden, dafs der Laie in der Aufregung leicht des Guten etwas zuviel thut und dafs mit einem zu warmen Wasser dann eine Verbrühung des Auges herbeigeführt wird. Jedenfalls würde warmes Wasser zunächst die Schmerzen steigern, die kaltes herabsetzt. Man könnte auch daran denken, statt des gewöhnlichen Wassers eine Sublimatlösung (1 : 5000) oder Aqua chlori zu nehmen, um zugleich einer etwaigen Infektion entgegenzutreten oder sie zu verhüten. Doch würden derartige Lösungen immer nur für den Arzt in Frage kommen können, der solche Dinge in seinem Sprechzimmer vorrätig und schnell zur Hand hat, nicht aber für den Laien, also überhaupt nicht für frische Kalkverletzungen, und andererseits würden gerade diese Substanzen, wie wir in der Folge noch sehen werden, durch die Bildung von Chlorcalcium die Hornhauttrübungen vielleicht erst recht begünstigen.

Es ist über allen Zweifel sicher, dafs bei sämtlichen Kalkverletzungen, mögen dieselben nun durch Calciumcarbid, trockenen Ätzkalk, Cement, Wiener Kalk, durch heifsen oder kalten Kalkbrei, durch Mauermörtel, Kalkmilch oder durch irgendwie geartete Calciumsalzlösungen bedingt sein, die noch fortwährend Gefahr drohenden Reste der Noxe auf dem Bulbus und im Konjunktivalsacke am schnellsten, wirksamsten und unschädlichsten durch reichliche Wassermengen beseitigt werden können, und es mufs das thatsächlich als ein grofses Glück bezeichnet werden, da von allen in Betracht kommenden Mitteln keines so leicht, schnell, reichlich und an allen Orten zur Hand ist und unbedenklich auch von Laien angewandt werden kann, wie das Wasser, und da, wie ich weiterhin noch zeigen werde, alle übrigen Mittel nicht nur minder wirksam, sondern sogar ausnahmslos schädlich sind.

So einfach, naheliegend und alt nun auch der Gedanke an die Verwendung des Wassers bei einer Kalkverletzung ist, so ist doch, wie wir sahen, seit etwa einem halben Säkulum das Wasser, dessen man sich vorher unbedenklich zu diesem Zwecke bediente und zu dem auch heute noch der Verletzte manchmal instinktiv zunächst greift, so allgemein in Mifskredit geraten, dafs seither auch nicht eine Stimme ernstlich sich zu seinen Gunsten erhoben hat. Man scheint einig gewesen zu sein und noch zu sein in der durchaus grundlosen Besorgnis vor der Wärmewirkung des „auf dem Bulbus sich löschenden Ätzkalkes". Wer diese Idee eigentlich zuerst aufgebracht hat, wird sich nicht mit Sicherheit feststellen lassen, es ist dieselbe aber ein Beispiel für

ie so häufig zu beobachtende suggestive Wirkung eines Irrtumes, denn inmal von autoritativer Seite ausgesprochen, wurde sie sehr schnell zum llgemein anerkannten Axiom, nicht nur in wissenschaftlichen, sondern auch n Laienkreisen. Dafür sorgt u. a. schon die Tagespresse, die nicht müde ird, von Zeit zu Zeit immer wieder vor dem Gebrauche von Wasser ei Kalkverletzungen (nebenbei sind darunter fast immer solche mit Kalkydrat gemeint) zu warnen und dafür das Gosselin'sche Zuckerwasser zu mpfehlen. Wie weit diese Ansichten verbreitet sind, erfuhr ich vor kurzem, ls ich aus einem zufälligen Umstande Veranlassung hatte, in einem Kreise nger Damen die Frage aufzuwerfen, was wohl bei einer frischen Kalkerletzung des Auges zu geschehen habe. Ich hatte als Antwort Schweigen rwartet und war um so mehr frappiert, als mir statt dessen eine prompt ntgegnete: „kein Wasser" und eine andere: „Zuckerwasser". Wenn schon die eranwachsende weibliche Jugend in solchen verkehrten Anschauungen unterichtet ist, dann mufs doch die Verbreitung der letzteren eine fast allemeine sein. Ich halte das aber für entschieden bedauerlich, denn da den aien, wie schon erwähnt, bei der Behandlung frischer Kalkverletzungen mmer die erste Hilfeleistung zufällt, so mufs eine falsche Ansicht derselben ber die Natur des schädigenden Agens und über die geeigneten Mittel, asselbe unschädlich zu machen, naturgemäfs zu ständigen Mifsgriffen und Unterlassungssünden führen, deren Kosten der bedauernswerte hilflose Verletzte trägt.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind natürlich die Ansichten der meistbeteiligten Interessenten, der Bauhandwerker, über diesen Gegenstand. ch habe deshalb Veranlassung genommen, mich darüber eingehender zu nterrichten und bei Bauhandwerkern aller Art, vom Unternehmer bis zum Handlanger, Erkundigungen anzustellen, die das Resultat ergaben, dafs die weitaus gröfste Mehrzahl derselben den Gebrauch des Wassers für schädlich hält. Einen Grund für diese Ansicht wissen die Leute allerdings kaum anzugeben. Sie haben das „so gehört" und einer hat's dem anderen so weiter gesagt. Auch in den ersten beiden der früher von mir (311) mitgeteilten Fälle war die Anwendung von Wasser absichtlich unterblieben. Der Meister des einen Verletzten, unter dessen direkter Mitwirkung die Reinigung der beiden mit Cementstaub bedeckten Augen erfolgt war, schrieb mir darüber u. a. folgendes: „Die Augen sind erst mit einem trockenen Tuche, soviel wie möglich, rein gemacht worden, dann mit einem kleinen Löffeleisen, Spachtel genannt, Werkzeug von mir, rein gemacht worden, bis Dr. D. erschien und die Sache so fortgesetzt hat. Es ist auch inzwischen etwas Öl an die Augen gekommen, um Schmerzen zu vermeiden. Wasser halte ich für nachteilig. Bei uns wird alles trocken herausgemacht und das Auge dann mit etwas reinem Öl oder reinem, frischem Schweinefett

angefeuchtet.“ In dem zweiten Falle hatte der Verletzte selbst zwar zunächst einen schwachen Versuch gemacht, das Auge mit Wasser zu reinigen, hatte diesen Versuch aber sofort wieder aufgegeben, weil er sich alsbald erinnerte, gehört zu haben, dafs Wasser schädlich sei.

Glücklicherweise scheint die Furcht vor dem Wasser als Spülmittel bei Kalkverletzungen aber doch noch nicht von allen Bauhandwerkern geteilt zu werden. Ein seit einer Reihe von Jahren vielbeschäftigter Bauunternehmer z. B., bei dessen Leuten nicht so ganz selten Kalkverletzungen vorgekommen sind, erklärte mir, dafs er für solche Fälle die strenge Weisung gegeben habe, sofort und energisch mit Wasser die Augen zu reinigen, und dafs er andere Mittel bisher nicht versucht habe, weil ihm das Wasser als das dazu geeignetste erschiene und ihm nur günstige Resultate geliefert habe. Ähnliche Angaben wurden mir auch von anderen gemacht und ein Maurergeselle, den ich am Tage nach einer übrigens glücklich verlaufenen — es blieb nur eine kleine periphere Macula corneae und ein leichter Astigmatismus zurück — Kalkverletzung untersuchte, sagte mir, dafs bei seinen Arbeitsgenossen solche Verletzungen, allerdings meist leichterer Art, recht häufig seien, dafs sie dabei stets sofortige Wasserspülung in Anwendung brächten und dafs dann nur verhältnismäfsig selten einer von ihnen genötigt sei, nachträglich noch den Arzt aufzusuchen.

Leider ist aber zu befürchten, dafs die richtige Ansicht von der Zweckmäfsigkeit der Wasserverwendung bei einer frischen Kalkverletzung noch immer mehr und mehr Anhänger verlieren wird, nicht sowohl deshalb, weil sie sich in der Erfahrung als irrig herausstellte, sondern weil ihr gerade in neuester Zeit von mafsgebenden Stellen aus zu Gunsten der unrichtigen Vorstellung von der gemeinsamen Aktion von Wasser und Kalk auf den Bulbus entgegengetreten wird. In den Unfallversicherungs-Vorschriften für Arbeiter (313), die am 11. August 1898 von der Rheinisch-Westfälischen Baugewerksberufsgenossenschaft beschlossen und vom Reichsversicherungsamte am 19. November desselben Jahres genehmigt wurden, heifst es in § 21: „Bei einer Augenverletzung durch Einspritzen von Kalk bezw. Mörtel darf das Auge nicht mit Wasser ausgewaschen werden, vielmehr ist reines Speiseöl oder stark gesüfstes Zuckerwasser, eventuell auch fette Milch, entweder einzuspritzen oder mittelst reiner Läppchen oder Verbandwatte zum Auswaschen zu benutzen.“ Von diesen Vorschriften, die mit dem 1. Januar 1899 in Kraft getreten sind, mufs jeder Bauunternehmer, Bauarbeiter und Bauaufseher ein ihm jederzeit leicht zugängliches Exemplar besitzen bezw. mit sich führen. Für die Arbeiter sind diese Vorschriften in Plakatform auf jedem Bauplatze etc., an dem voraussichtlich mehr wie 50 Tagwerke verrichtet werden, an leicht zugänglichen Stellen sichtbar und lesbar aufzuhängen. Die Aufseher und Arbeiter müssen diese Vorschriften genau befolgen und

können für jeden einzelnen Übertretungsfall mit Geldstrafen bis zu 6 Mark belegt werden, eventuell sogar eine gerichtliche Bestrafung erfahren. Dafs diese Vorschriften, die von einer so autoritativen Stelle ausgehen und für deren Erfüllung Arbeiter wie Aufseher unter Strafandrohung verantwortlich gemacht werden, im Gebiete der Rheinisch-Westfälischen Baugewerksberufsgenossenschaft seither im allgemeinen ziemlich genau befolgt werden, unterliegt keinem Zweifel, und es wird sich jetzt ein Maurer, wenn er das nicht so seltene Unglück haben sollte, Kalk in's Auge zu bekommen, hüten, denselben mit Wasser zu entfernen, nicht etwa, weil er die Strafe von 6 Mark, sondern weil er das „Löschen des Kalkes mit Wasser auf dem Bulbus" fürchtet. Denn wenn auch der Grund der Warnung vor dem Wasser in den genannten Vorschriften nicht selbst angegeben ist, so ist er für den mit der Verarbeitung des Kalkes vertrauten Maurer doch leicht daraus ersichtlich. Die Strafe von 6 Mark wird ihn kaum davon abschrecken, alles für die Erhaltung seines Augenlichtes zu thun, was in seinen Mitteln steht, aber dafs er mit Wasser sein Auge erst recht schädigt, das leuchtet ihm ein, denn er beobachtet ja selbst alltäglich, dass sein Kalk, wenn er ihn mit Wasser behandelt, sich so stark erhitzt. Die Idee aber, dafs der sich beim Löschen erhitzende Kalk in den meisten Fällen etwas ganz anderes ist, wie der Kalk, den er eventuell in's Auge bekommt, wird dem einfachen Arbeiter noch ferner liegen, wie den Männern der Wissenschaft und den Behörden und Berufsgenossenschaften. So wird er im gegebenen Falle ganz gewifs das einzig Richtige, was allein ihm einigermafsen helfen könnte, unterlassen, wodurch nicht allein der Mann selbst, sondern auch die Kranken- und Unfallkasse schwer geschädigt werden.

Dafs auch andere Baugewerksberufsgenossenschaften ähnliche Bestimmungen getroffen haben, oder noch treffen werden, wie die Rheinisch-Westfälische, ist wohl mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen. So hat u. a. die Hannoversche Baugewerks-Berufsgenossenschaft bereits im Dezember 1893 folgende Bekanntmachung erlassen: „Wie bekannt, erleidet im Maurergewerbe eine nicht unerhebliche Anzahl von Personen dadurch Verletzungen, dafs ihnen Kalk in die Augen spritzt. Gewöhnlich sucht jeder der von einem solchen Unfall Betroffenen dadurch Linderung, dafs er das verletzte Organ mit kaltem Wasser auswäscht resp. kühlt. Hierdurch wird, zumal wenn es sich um noch nicht oder nicht völlig gelöschten Kalk handelt, stets eine Verschlimmerung des Zustandes, ja sehr oft eine völlige Erblindung herbeigeführt. Um solchen Folgen möglichst vorzubeugen, ist es nach ärztlichem Rat erforderlich, dafs das verletzte Auge mittelst sauberer in reines Öl (Mohnöl oder Speiseöl) getauchter Verbandwatte oder leinenen Läppchens ausgewischt oder das Öl direkt in das Auge hineingeträufelt wird, bis alle Kalkteilchen entfernt sind. Auch empfiehlt es sich, nach möglichster, mittelst Öl bewirkter Reinigung Syrup

in das Auge hineinzuträufeln, da diese Zuckerlösung mit dem Kalk eine unlösliche Verbindung eingeht und eine weitere Anätzung verhütet. Wasser ist unter allen Umständen bei dem Reinigen des verletzten Auges zu vermeiden."

Wir sehen daraus, dafs die Annahme, Wasser vermehre bei einer Verletzung sowohl mit gelöschtem, wie mit ungelöschtem Kalke in allen Fällen die Gefahr für das Auge, sei es, dafs es eine starke Erhitzung und damit Verbrennung herbeiführe, sei es, dafs durch dasselbe das Ätzmittel erst recht gelöst werde und nun intensiver und in einem gröfseren Bezirke wirken könne, bei Ärzten und Laien und insbesondere bei den zunächst und hervorragend interessierten Bauhandwerkern und Berufsgenossenschaften eine ganz allgemeine ist, die, weit entfernt abzunehmen, gerade in der letzten Zeit eine immer gröfsere Verbreitung und Nutzanwendung findet. Diese Annahme ist aber durchaus irrig, bisher noch von Niemand bewiesen und in ihren Konsequenzen hinsichtlich der Prophylaxe und Therapie für den Betroffenen durchaus verhängnisvoll. Deshalb halte ich es für eine selbstverständliche Pflicht, hier, wie ich das schon früher (311) gethan habe, nochmals ausdrücklich auf Grund meiner Untersuchungen zu betonen, dafs bei **allen** Arten von Kalkverletzungen des Auges das sofortige und reichliche Ausspülen des verletzten Organes mit gewöhnlichem Wasser nicht allein durchaus unschädlich und darum unbedenklich ist, wenn nur das Wasser hinreichend rein und in genügender Menge angewandt wird, sondern dafs dieses Verfahren sogar zur Zeit das einzige thatsächlich wirksame und praktisch verwendbare Abwehrmittel gegen die drohende Gefahr dauernder schwerer Hornhauttrübungen ist, welches nicht frühzeitig genug zur Anwendung kommen kann und unter allen Umständen so lange fortgesetzt werden mufs, wie sich noch Reste des Kalkes auf der Konjunktiva und Kornea befinden, die sich auf diese Weise überhaupt beseitigen lassen.

Diese Thatsache müfste mit Rücksicht auf das so häufige Vorkommen von Kalkverletzungen des Auges so bald als möglich nicht nur in ärztlichen, sondern namentlich auch in Laienkreisen allgemein bekannt und sie müfste vom Reichsversicherungsamte und den Baugewerksberufsgenossenschaften, unter ausdrücklicher Zurücknahme der früheren Warnung vor dem Wasser, den Bauhandwerkern offiziell mitgeteilt werden. Ich verkenne nicht, dafs das Eingestehen eines Irrtumes den Arbeitern gegenüber seine Bedenken hat und diese vielleicht mifstrauisch machen wird. Bei der Wichtigkeit der Sache und bei den ernsten Folgen, die die bisherige unrichtige Vorschrift nach sich ziehen mufs, können aber diese Bedenken nicht in Frage kommen.

Meines Erachtens müfste, wie das ja jetzt schon teilweise geschieht, in jedem Arbeitsraume und auf jedem Arbeitsplatze, wo Ätzkalk, Kalkhydrat u. dergl. Verwendung finden, durch Plakate in auffälliger, allgemein verständlicher Weise auf die Gefahren einer Kalkverletzung und das erste Verhalten bei einer solchen unter nachdrücklicher Empfehlung des Wassers hingewiesen werden. Auch häufiger wiederholte mündliche Warnungen, wie solche schon von Cohn (244) den Metallarbeitern gegenüber in Vorschlag gebracht wurden, und bei passender Gelegenheit persönliche Belehrung und Anweisung seitens der Bauleiter und Bauaufseher dürften empfehlenswert sein.

Aufserdem müfste natürlich durch strenge Vorschriften und gelegentliche Revisionen und Bestrafungen darauf hingewirkt werden, dafs die geeigneten Hilfsmittel zu der nicht immer ganz mühelosen gründlichen Ausspülung des Auges auf jeder Arbeitsstätte in brauchbarem Zustande vorhanden und jederzeit sofort erreichbar und benutzbar sind. Trotz aller bisherigen Vorschriften und Bekanntmachungen sind das aber die in jenen empfohlenen Hilfsmittel augenscheinlich nicht oder doch nicht allgemein. Nach einer privaten Mitteilung von Baudry, die ich der Güte des Herrn Sanitätsrat Dr. Nieden verdanke, trägt in Frankreich vielfach der Bauhandwerker ein Stückchen Zucker in der Tasche nach, um dasselbe gegebenen Falles sofort als Medikament benutzen zu können, in Deutschland dürfte sich aber kaum auf einem erheblichen Bruchteile von Baustellen Zucker, Zuckerwasser, Syrup, reines Öl, frische Milch oder dergleichen finden lassen, wenigstens habe ich bisher vergeblich darnach gesucht. Abgesehen von der Gleichgültigkeit der Arbeiter und ihrer Vorgesetzten dürfte der Hauptgrund für das Nichtvorhandensein dieser Dinge wohl darin liegen, dafs sie sich zumal auf einer Baustelle nur ganz kurze Zeit unverdorben erhalten.

Im Gegensatze dazu ist das Instrumentarium zu einer Ausspülung des Auges mit Wasser ein einfaches, dem Verderben nicht leicht ausgesetztes und bequem aufzubewahrendes. Wasser ist fast immer zur Stelle oder kann doch meist mit dem kürzesten Zeitverluste in ausreichender Menge beschafft werden. Aufserdem bedürfte es nur eines natürlich stets rein zu haltenden Irrigators von mindestens 1 Liter Kapazität, eines Gummischlauches mit Strahlspitze von 2—$2^1/_2$ mm Ausflufsöffnung und, da das Öffnen der Augenlider meist grofsen Schwierigkeiten begegnet, zweier Sperrelevateure. Selbstverständlich müfste wenigstens ein älterer Arbeiter oder ein Vorarbeiter mit der einfachen Handhabung dieser Dinge vertraut gemacht und von Zeit zu Zeit darin geübt werden. Auf solche Weise würde mit geringer Mühe und einem Kostenaufwand von wenigen Mark, der selbst dem kleinsten Arbeitgeber möglich ist, mancher später sonst irreparable und kostspielige Schaden leicht vermieden oder doch bedeutend herabgemindert werden können. Deshalb müfsten die staatlichen Unfall-Versicherungs-Anstalten und die Bau-

gewerks-Berufsgenossenschaften, die jetzt alljährlich gerade für die Kalkverletzungen bedeutende Unfalls- und Invaliditätsrenten zu zahlen haben die Beschaffung des Instrumentariums und der Belehrungsanschläge, sowie dahin zielende Betriebsvorschriften zwangsweise veranlassen. Es möchte sonst trotz der geringen Kosten leicht noch sehr lange dauern, bis die bessere Einsicht und die einzig mögliche prophylaktische Therapie sich Bahn gebrochen haben.

Da nun namentlich von ärztlicher Seite, wie wir sahen, seit vielen Jahren fast ausnahmslos der Gebrauch von Wasser bei frischen Kalkverletzungen, bei denen sich noch Reste der Materia peccans auf dem Bulbus vorfanden oder doch dort vermutet wurden, ängstlich vermieden wurde und da man doch andererseits nicht den fortwährend weiter ätzenden Residuen gegenüber einfach die Hände unthätig in den Schofs legen wollte, so hat man eine Reihe von anderen Mafsnahmen und Mitteln empfohlen und in Anwendung gebracht, die geeignet sein sollten, diese Kalkreste alsbald zu beseitigen oder unschädlich zu machen. Zu dem ersteren Zwecke bediente man sich bisher durchweg der mechanischen Säuberung des Konjunktivalsackes und zur Unschädlichmachung gewisser chemischer Substanzen in Form von Flüssigkeiten; meist benutzte man beide Methoden successive.

Von älteren Autoren abgesehen, war es zuerst wieder Gosselin (31), der statt des Wassers chemische Agentien, und zwar eine konzentrierte Zuckerlösung, zur Beseitigung des Kalkes aus dem Auge empfahl, doch ist es aus seinen Angaben nicht recht ersichtlich, ob er damit auch den Kalk im Konjunktivalsacke oder nur den im Korneagewebe abgelagerten meint. Jedenfalls haben die späteren Forscher die Gosselin'sche Angabe auf beide Fälle bezogen. v. Graefe (32) sagt um die gleiche Zeit, dass „chemische Antidote, z. B. das angeratene Bespülen des Auges mit verdünntem Essig zwar auf noch ungebundene Teile der Kalkes Einfluſs" haben könne, dass dieser aber doch „besser mechanisch entfernt und mit Öl involviert" werde. Zander und Geissler (44) meinen, dafs „das Einbringen einer starken Zuckerlösung, z. B. von Syrup, von Vorteil" sein könne, „da bekanntlich Kalk mit Zucker eine chemische Verbindung" eingehe. Seidelmann (93) empfiehlt gleichfalls die von Gosselin eingeführte Zuckerlösung, indem er (l. c., p. 19) sagt: „Auch kann es nicht schaden, wenn in gröfseren Kreisen die Thatsache verbreitet wird, dafs nach Kalkverbrennungen schleunige und alle 10 Minuten wiederholte Auswaschung mit Zuckerwasser vielem Unheil vorbeugen kann, da es chemisch festgestellt ist, dafs eine konzentrierte Zuckerlösung, die ja aller Orten schnell zur Hand, mehr Kalk auflöst, als gewöhnliches Wasser." Weinberg (126) will zur Entfernung der Reste des Agens kein Wasser, sondern Milch mit Borsäure oder eine Lösung von Zucker genommen wissen, auch empfiehlt er das Einblasen von Zuckerstaub, und Homburg (129) giebt an, dafs in der Hirschberg'schen

Klinik die Augen mit dem DAVIEL'schen Löffel und mit in Zuckerwasser getauchten Kompressen gereinigt würden. GÜHMANN (136) erklärt entsprechend seiner oben mitgeteilten Ansicht, dafs die Kalkreste lediglich als unschuldige Fremdkörper zu betrachten seien, jede „Neutralisation" für „Nonsens", da sie doch schon „nach Verlauf weniger Minuten zu spät käme". MICHEL (223) entfernt „durch einen in Öl eingetauchten Wattebausch oder Pinsel nach Ektropionierung der Lider die etwa vorhandenen Kalk- oder Sandpartikelchen". In der Augenklinik zu Lyon werden nach DE BOVIS (231) die Kalkreste von der Kornea mit einer Curette, von der Konjunktiva mit Zuckerwasser beseitigt, bisweilen aber auch, wie es scheint, nur mit dem letzteren Mittel. REYNOLDS (249) empfiehlt Berieselung mit neutralisierenden Mitteln, COHN (244) wieder schleunigste mechanische Entfernung der Kalkreste und STROSCHEIN (254) hält Einstreichen von Vaselin, Olivenöl oder frischer ungesalzener Butter für das beste, weil dadurch der Kalk eingehüllt oder mit der Fettsäure in Seife verwandelt und dadurch unschädlich gemacht werde, während KNIES (247) für denselben Zweck, aber „nur in der allerfrühesten Zeit" Auswaschen mit Zuckerlösung für angezeigt erklärt. ROSENMEYER (276) spricht sich wieder in demselben Sinne aus, wie MICHEL; SCHMIDT-RIMPLER (277) rät zu Auswaschen mit Milch, SILEX (300) zu einem solchen mit einer neutralisierenden Säure oder Milch, oder zu „Ölauswaschung mit nachheriger Instillation einer konzentrierten Zuckerlösung", und FUCHS sagt (309, p. 123): „Bei Kalkverbrennungen wäscht man am besten mit Öl aus und träufelt nachher eine konzentrierte Zuckerlösung ein, da der Rohrzucker mit dem Kalk eine unlösliche Verbindung eingeht." Auch MASCHKE (314) und LANDOLT und GYGAX (310) empfehlen neben Kokaïn, Vaselin, Öl und Milch namentlich die „Zuckerlösung, die den Kalk in lösliches Saccharat überführt" (310), während PRAUN (315, p. 198) von derselben einmal behauptet, dafs sie den Kalk löse, und einmal wieder das Gegenteil.

So verschiedenartig diese Vorschläge sind, so gipfeln sie doch alle in dem Bestreben, mit Umgehung des Wassers den Kalk vom Bulbus zu entfernen oder ihn an Ort und Stelle unschädlich zu machen, werden aber allesamt dieser Aufgabe nicht oder nicht in hinreichendem Mafse gerecht und stehen in der Hinsicht weit hinter dem einfachen Wasserstrahle zurück. Will man aber das Wasser zum Zwecke der Beseitigung der Kalkresiduen vermeiden, so ist wohl der nächstliegende Gedanke der, dafür einen festen Gegenstande zu nehmen, da ja die Notwendigkeit einer schleunigen Beseitigung der Reste auf der Hand liegt und eine spontane Säuberung nicht abgewartet werden darf. In der That kann eine solche manuelle Entfernung der Kalkpartikel manches leisten und dennoch hat sie ihre schweren Bedenken. Der Kalk in seinen verschiedenen Formen haftet, wie wir sahen, sehr fest auf bezw. in den vorderen Augenmembranen, über die er in einer meist aufserordentlich grofsen Zahl gröberer bis feinster Partikelchen ver-

breitet ist, die selbst der geschickteste Arzt nicht alle und namentlich nicht rechtzeitig wird entfernen können. Immer wird damit ein erheblicher Verlust an Zeit verbunden sein, innerhalb welcher, wie ich schon erwähnte, die noch haftenden Reste intensiv weiter ätzen können, während ein richtig, d. h. nicht senkrecht, sondern schräg von der Seite applizierter Wasserstrahl in einem Zeitminimum unter günstigen Verhältnissen nahezu die ganze ätzende Masse wenigstens von der Kornea, und diese kommt ja hier in allererster Reihe in Betracht, fortzuspülen vermag. Aufserdem werden, wie ich ebenfalls schon erwähnte, durch die instrumentelle Säuberung in der Kornea selbst sehr leicht Gewebedefekte erzeugt, die wieder Eingangspforten für eine neue Infiltration des Kalkes und aufserdem für Infektionskeime abgeben können, sodafs der Schaden einer manuellen Säuberung manchmal gröfser ist, wie der beabsichtigte Nutzen. Hat so dieses Verfahren schon in der Hand des Arztes seine Bedenken, um wie viel mehr wird das nicht noch der Fall sein, wenn es Laien ausüben, denen ja fast immer die Aufgabe der ersten Hilfeleistung zufallen mufs. Der Laie wird auf diesem Wege ganz gewifs niemals eine halbwegs genügende Beseitigung der Kalkreste herbeiführen, dafür aber sehr häufig schwere Beschädigungen und Infektionen des Gewebes, denn ihm fehlt's ja an der notwendigen Umsicht und Geschicklichkeit, ihm fehlt's auch vor allem an zweckdienlichen Instrumenten, als welche die unsauberen Taschentücher oder Hände der Maurergesellen oder der oben erwähnte „Spachtel" meines biederen Maurermeisters doch wohl kaum angesehen werden können.

Aus allen diesen Gründen wird man ganz gewifs den Wasserstrahl einer manuellen oder instrumentellen Entfernung vorziehen, mindestens vorausschicken müssen. Doch wird man in vielen Fällen auch der letzteren nicht ganz entraten können. Zunächst natürlich dort, wo Wasser oder hinreichend reines Wasser nicht sofort beschafft werden kann. Aufserdem wird man die Erfahrung machen, dafs, wenn die Kalkverletzung nicht mehr ganz frisch ist, wenn die Kalkpartikel schon tiefer in die Gewebe eingedrungen sind, der Wasserstrahl zu ihrer Entfernung nicht mehr ausreicht. Das gilt namentlich für die Konjunktiva, in deren geschwollenen Falten die Fremdkörper geradezu vergraben sind. Entfernt müssen sie aber werden, soweit das ohne weiteren Schaden zu setzen nur irgend möglich ist, denn nicht nur ätzen die unzersetzten Reste immer weiter, sondern es unterhalten auch selbst die bereits ganz in kohlensauren Kalk verwandelten andauernd einen entzündlichen Reizzustand in den Geweben und verzögern dadurch die Heilung. Eine spontane Abstofsung dieser Fremdkörper, die als solche zudem noch weitere mechanische Verletzungen herbeiführen können, erfolgt aber viel zu langsam, um abgewartet werden zu dürfen.

Am besten eignen sich wohl noch zur mechanischen Säuberung der Kornea und des Konjunktivalsackes die von Michel (223) und Rosen-

MEYER (276) empfohlenen mit reinem Öl getränkten Wattebäusche, durch welche die Gewebeverletzungen und die mit dem Reiben verbundenen Schmerzen ziemlich vermieden werden. Immerhin würden aber auch sie weit mehr für den Arzt, wie für den Laien, in Frage kommen, da der letztere sich nicht jederzeit schnell genug aseptische Watte und aseptisches Öl verschaffen kann. Für fester haftende oder tiefer sitzende Kalkreste mufs man sich aber natürlich doch der Instrumente bedienen. Mag man nun die mechanische Säuberung mit Instrumenten oder mit Wattebäuschen vornehmen, so darf sie sich doch keinesfalls auf die Kalkreste allein beschränken, sondern mufs stets den Kalkdetritus, der sich auf der Kornea gebildet hat, mit beseitigen, denn dieser enthält, wie schon erwähnt wurde und wie von DE GOUVÊA, WEINBERG, HIRSCHBERG u. A. bestätigt wird, manchmal noch erhebliche Mengen unzersetzten Kalkes, der andernfalls weiter ätzen würde, weshalb denn auch DE GOUVÊA sofortige oberflächliche Abrasio corneae, Andere Abpinselung des Korneaepithels, die sich natürlich auf die bereits nekrotisierten Stellen beschränken mufs, empfehlen. Übrigens leistet auch darin der Wasserstrahl noch gute Dienste, da sich unter ihm das mortifizierte oder calcinierte Epithel meist vollkommen ablöst, das unversehrte aber sitzen bleibt.

Ein anderer Vorschlag, der schon von v. GRAEFE (32) gemacht wurde, geht dahin, die Kalkreste mit Öl zu involvieren, zu welchem Zwecke von Anderen neben Olivenöl und Mandelöl auch Vaselin, Kokaïnvaselin, Sublimatvaselin und tierische Fette, so namentlich Schweineschmalz und Butter, empfohlen werden. Diese Fette bieten allerdings den Vorteil, dafs sie die entstandenen Epitheldefekte überziehen und die Reibung der Lider auf dem Bulbus vermindern, wodurch sowohl die subjektiven Beschwerden, insbesondere der heftige Schmerz, sofort erheblich herabgesetzt, wie eine Schonung des Gewebes herbeigeführt wird. Es sind daher aus diesen Gründen Einträufelungen von Öl und dergl. durchaus empfehlenswert, aber erst dann, wenn die Kalkreste entfernt sind, denn was sie in der Hauptsache sollen, nämlich diese Kalkreste involvieren, das leisten die Fette leider nicht oder doch nur sehr unvollkommen, wovon ich mich durch dahin zielende Versuche überzeugt habe. Mischt man Ätzkalkpulver mit einem reinen Öl zu einem Brei und trägt diesen auf die Hornhaut auf, gleichviel ob dieselbe intakt ist oder Defekte im Epithel aufweist, so zeigt sich allerdings selbst nach stundenlangem Belassen des Breies auf der Hornhaut in dieser nicht eine Spur von Trübung. Es hatte da also in der That das Öl die einzelnen Kalkpartikel vollständig involviert, sodafs sie mit dem Gewebe oder der Thränenflüssigkeit nicht in Kontakt kommen konnten. Ganz anders liegt die Sache aber dann, wenn der auf der Kornea befindliche trockene Ätzkalk mit Öl übergossen wird. Dann läuft das Öl, wie man das auch bei analogen Versuchen mit irgendwelchem anderen trockenen Pulver und Öl auf jeder horizontalen oder konvexen Unterlage beobachten kann, stets sofort zum gröfsten

Teile über das Pulver fort und dringt höchstens in die oberflächlichsten Schichten desselben ein. Was für den Ätzkalk gilt, gilt auch für alle anderen Kalksalze in trockenem Zustande, erst recht aber für die feuchten, wie Kalkbrei und Mauermörtel, in die Öle und Fette gar nicht eindringen. Es mischt sich der Kalk in seinen verschiedenen Formen nur dann mit Öl, wenn er in trockenem Zustande mit demselben verrieben wird, und da ein solches Verreiben auf dem Bulbus absolut ausgeschlossen ist, weil es den Schaden in bedenklichem Grade erst recht vermehren würde, so bleiben die dem Hornhautgewebe unmittelbar aufliegenden Partien des Kalkes wenigstens von dem Öle ganz unberührt und können ruhig weiter ätzen. Auch an ein Auflösen des Kalkes mit Öl ist, wovon ich mich ebenfalls experimentell überzeugte, nicht zu denken und ebenso wenig an die von Stroschein (254) für möglich gehaltene Verseifung. Die animalischen und vegetabilischen Fette verseifen sich allerdings als Triglyceride der höheren Fettsäuren, wie mit Ätzalkalien, Bleiglätte u. dergl., so auch mit Ätzkalk und Kalkhydrat, aber nur bei hohen, im Auge ausgeschlossenen Temperaturen. — Thatsächlich habe ich denn auch bei allen meinen Versuchen, den Kalk auf lebenden oder toten Augen mit Öl unschädlich zu machen, niemals einen bemerkenswerten Erfolg erzielt, wenigstens nicht für die Kornea. Die Trübungen wurden cet. par. mit und ohne Ölausspülung immer gleich stark. Ich kann mich deshalb nicht entschliefsen, den Involutionsversuchen mit Öl, Fett, Butter u. dergl. das Wort zu reden. Nach meinem Dafürhalten sind diese Substanzen dazu unbrauchbar und können nur, wie schon oben erwähnt, bei der mechanischen Entfernung der Kalkreste zur Durchtränkung der Wattebäusche und als Mitigans der subjektiven Beschwerden in Frage kommen. Dafs die letzteren durch Öleinträufelungen sofort und stark herabgesetzt werden, hat wohl zu der irrigen Ansicht Veranlassung gegeben, dafs jene auch die Ätzwirkung des Kalkes selbst durch Involvieren desselben aufzuheben imstande seien. Es ist aber augenscheinlich, dafs der Schmerz vorzugsweise und zunächst nur in der Zerrung und Reibung des teilweise zerfetzten Korneaepithels seinen Grund hat, während das weit indolentere Parenchym, wie es scheint, auch bei fortgesetzter Ätzwirkung des Kalkes kaum ein erhebliches Schmerzgefühl vermittelt.

Weit mehr noch, wie dieses Involvieren der Kalkreste mit Fetten, hat die direkte physikalische und chemische Unschädlichmachung derselben mit geeigneten Flüssigkeiten seine Fürsprecher gefunden. Die Gesichtspunkte, von denen man zu diesem Zwecke ausging und ausgehen kann, können verschiedene sein. Man kann daran denken: 1. Den Kalk mit einer Flüssigkeit, in der er sich schneller und reichlicher löst, wie in Wasser, auch schneller mechanisch fortzuspülen; 2. den Kalk chemisch so zu binden, dafs er sich in ein leicht lösliches, nicht mehr ätzendes Calciumsalz verwandelt; 3. den Kalk in eine absolut unlösliche, also nicht mehr gefahrdrohende,

oder doch in eine schwer lösliche, jedenfalls aber nicht mehr ätzende Substanz überzuführen. Die ersten beiden Methoden können naturgemäfs nur für solche Kalkreste, die aus Ätzkalk oder Kalkhydrat bestehen, die dritte aber für alle Calciumsalze, soweit sie hier überhaupt in Frage kommen, in Betracht gezogen werden.

Wir sahen oben, dafs wir in dem Zuckerwasser und in dem Glycerin zwei Substanzen besitzen, die in der That sehr schnell grofse Mengen von Kalkhydrat (und natürlich auch von Ätzkalk) aufzulösen vermögen, und aus diesem Grunde hat denn auch die erstgenannte Flüssigkeit seit vielen Jahren nicht nur eine allseitige warme Empfehlung gefunden, sondern sich auch eine fast souveräne Stellung unter den zur Lösung der Kalkreste auf dem Bulbus angeratenen Mitteln erobert, ob mit Recht, werden wir gleich sehen. Jedenfalls kontrastiert mit dieser allgemeinen Wertschätzung, wie das schon Gühmann (136) zutreffend hervorhebt, die Thatsache, „dafs man wohl nur in dem Medikamentenkasten der wenigsten Augenärzte eine konzentrierte Zuckerlösung finden wird.“ Der erste, der auf die Idee kam, den Rohrzucker in wässeriger Lösung zunächst zur Aufhellung der bereits in der Hornhaut vorhandenen Kalktrübungen zu benutzen, war Gosselin (31), der darin dem Rate des Chemikers M. Boussy folgte und damit thatsächliche Erfolge beobachtet haben will. Dafs diese vermeintlichen Erfolge aber nur zufällige gewesen sein können, liegt auf der Hand, wenn man erwägt, dafs es sich bei den fertigen Kalktrübungen um Calciumalbuminat handelt, welches in Zuckerwasser so gut wie unlöslich ist, und so findet sich denn auch in der Litteratur nach Gosselin keine einzige stichhaltige und experimentell sicher gestellte Bestätigung der Gosselin'schen Behauptung. Da man aber einmal auf die Zuckerlösung aufmerksam geworden war, so kamen bald Andere auf den naheliegenden und an sich richtigeren Gedanken, dieselbe auch zur Lösung und Beseitigung der Kalkreste im Konjunktivalsacke zu verwenden, und es war nur eine notwendige Konsequenz, dafs man sich dabei von dem Zuckerwasser einen um so gröfseren Erfolg versprach, je konzentrierter dasselbe zur Verwendung gelangte. Deshalb empfiehlt v. Arlt (117), wenn man annehmen könne, „dafs der Kalk noch ätzend wirke“, das Einträufeln „einer syrupdicken Zuckerlösung, um ihn zu neutralisieren“, und sagt an anderer Stelle (85) ausdrücklich: „Das stark gesättigte Zuckerwasser setzt keinen neuen Entzündungsreiz.“ Bei der Empfehlung von dieser und anderen Stellen aus kann es uns nicht Wunder nehmen, dafs die Zuckerlösung sich bald das Vertrauen der Ärzte eroberte und dafs sie seitdem zwar nicht in den Medikamentenkasten, aber doch fast in allen Lehrbüchern eine so grofse Rolle spielt. Man verband mit ihr die ausgesprochene (85, 126) oder unausgesprochene Hoffnung, dafs sie im Gegensatze zum Wasser auch den gefürchteten Ätzkalk ohne Wärmeentwickelung unschädlich machen könne. Auf welchem chemischen Vorgange aber eigentlich dieses Unschäd-

lichmachen beruhe, darüber waren augenscheinlich Viele im Unklaren. Einige reden von „auflösen", Andere von „neutralisieren" und Fuchs begeht sogar in seinem Lehrbuche (309), wie schon erwähnt, den Irrtum, dafs er den Rohrzucker mit dem Kalke eine unlösliche (!) Verbindung eingehen läfst, während dessen Brauchbarkeit ja eigentlich gerade auf seiner grofsen Lösungsfähigkeit für Kalk beruhen sollte. Nur Gühmann (136) und Knies (247) wollen nicht ganz viel von dem Zuckerwasser wissen, aber augenscheinlich nur deshalb, weil ihnen die Kalkreste unschuldige Fremdkörper sind. Wir sahen indessen schon oben, dafs sowohl die Ansicht von Fuchs, wie die von Gühmann und Knies, den Thatsachen durchaus zuwider laufen.

Es ist richtig, dafs der Rohrzucker in wässeriger Lösung annähernd 50 mal so viel Kalkhydrat auflösen kann, wie dieselbe Menge reinen Wassers (vergl. pag. 24), und ebenso ist es sicher, dafs die Kalkreste im Konjunktivalsacke wenigstens in der ersten Zeit in der Hauptsache noch aus der unzersetzten Materia peccans bestehen (vergl. pag. 101), sagen wir aus Kalkhydrat, welches ja hier zumeist in Frage kommt. Es ist demnach auch wohl allen Ernstes in Erwägung zu ziehen, ob denn nicht in der That ein so vorzügliches Lösungsmittel für Kalk, wie es das Zuckerwasser ist, ganz besonders geeignet erscheinen mufs, die Kalkreste auf die schnellste Weise vom Bulbus und aus den Konjunktivaltaschen zu entfernen. Rechnet man dazu, dafs selbst eine konzentrierte Zuckerlösung zwar die Tension des Bulbus, wie mir scheint, etwas vermehrt, dafs sie aber auch auf Epitheldefekten keinerlei Hornhauttrübungen hervorruft, wie ich durch stundenlanges Bespülen feststellte, dafs sie die Reibung und die Schmerzen herabsetzt, dafs aufserdem, wie wir oben (p. 24), sahen, die nur zur Hälfte konzentrierte Zuckerlösung noch weit mehr Kalk löst, wie die konzentrierte, und dafs endlich dabei eine Verbindung entsteht, die ganz sicher weniger intensiv ätzt, wie das Kalkhydrat in Substanz, so sollte man in der That meinen, dafs die etwa halbkonzentrierte Zuckerwasserlösung ein ideales Mittel sei, um die Kalkreste auf die sicherste, schnellste und unschädlichste Weise zu entfernen. Die Sache hat aber doch ihre sehr bedenklichen Schattenseiten.

Zunächst bereitet die Darstellung einer hinreichend konzentrierten Zuckerlösung immer einige Schwierigkeit, da der Zucker sich, sobald ein gewisser Konzentrationsgrad überschritten wird, nur noch sehr langsam in der Flüssigkeit löst, wenn dieselbe kalt ist. In heifsem Wasser erfolgt die Lösung allerdings schneller, doch müfste dazu das Wasser eventuell erst erwärmt und alsbald vor seiner Verwendung wieder abgekühlt werden. Auch bedarf es zur Herstellung des wirksamsten, also nicht zu starken oder zu schwachen Konzentrationsgrades immer umständlicher Wägungen. Jedenfalls ist die Anfertigung einer geeigneten Zuckerlösung stets mit dem Verluste kostbarer Zeit verbunden und deshalb unthunlich, weil ja gewissermafsen

schon in den ersten Sekunden nach dem Unfalle eine wirksame Therapie einsetzen mufs. Es wäre also notwendig, eine geeignete Zuckerlösung immer vorrätig zu halten, und das hat auch wieder seine Mifsstände, denn einmal müfste das, mit Rücksicht auf eine etwaige Ausdehnung des Unfalles auf beide Augen, immerhin ein grösseres Quantum sein, was sich schon an sich schlecht aufheben liefse, und dann würde die Zuckerlösung als günstiger Nährboden für Gärungs- und Spaltpilze sehr schnell verderben und dadurch gelegentlich direkt septisch wirken. Aufserdem erfüllt sich die Hoffnung, dafs bei der Verwendung von Zuckerwasser die Wärmeentwickelung des Kalkes ausbleibe, nicht nur nicht, sondern gerade durch Zuckerwasser erhitzt sich, wie wir oben (p. 20) sahen, der Ätzkalk noch weit höher und rapider wie durch reines Wasser, und selbst das Kalkhydrat zeigt dabei noch eine erhebliche Temperaturzunahme. Es wird also wenigstens in den immerhin möglichen, vor Einleitung des therapeutischen Verfahrens aber meist nicht festzustellenden Fällen, in denen noch ungelöschter Kalk auf dem Bulbus sich befindet, eine deletäre thermische Wirkung von dem Zuckerwasser noch weit eher zu befürchten sein, wie von dem reinen Wasser.

Ferner dringt hinreichend konzentriertes Zuckerwasser nur sehr langsam in die Kalkmassen ein, die „syrupdicke Zuckerlösung", wie sie v. Arlt und Zander und Geissler empfehlen, sogar nicht schneller wie Öl, wirkt also nur sehr allmählich und hindert, wovon ich mich experimentell ebenfalls überzeugte, deshalb die Entstehung von Hornhauttrübungen niemals dann, wenn sie eingeträufelt wird. Sie könnte zwar, wie reines Wasser, die Kalkreste entfernen, wenn sie in einem kontinuierlichen Strahle mit einiger Gewalt eingespritzt würde, doch wirkt sie dann eben nicht als Zucker, sondern nur als mechanisches Reinigungsmittel. Endlich kann ich, selbst wenn das Zuckerwasser den Kalk alsbald in Zuckerkalk umwandeln sollte, darin keinen Gewinn erblicken. Der Zuckerkalk in Substanz ist so zäh und klebrig, haftet so fest auf dem Bulbus und besitzt, wie ich durch Versuche ausdrücklich feststellte, doch noch so stark ätzende Eigenschaften, dafs er in seiner Gefährlichkeit dem so viel leichter zu entfernenden Kalkhydrate eigentlich nicht viel nachgiebt, zudem ist aber die Zuckerkalklösung so viel konzentrierter wie das Kalkwasser, dafs sie dieses den Epitheldefekten und dem aufgelockerten Parenchym gegenüber an Ätzwirkung sogar weit übertrifft. — Alles in allem genommen, scheint mir daher der von dem Zuckerwasser zu erhoffende Nutzen mindestens sehr problematisch und reicht jedenfalls in keiner Weise an den heran, der mit dem einfachen Wasserstrahle zu erzielen ist.

Von dem Gedanken nun ausgehend, dafs Glycerin ebenfalls eine grofse Lösungsfähigkeit für Kalkhydrat bekundet (p. 24), dafs es damit keine zähe Masse, sondern einen weichen, mit Wasser leicht mischbaren und

abwaschbaren Brei bildet und dafs es vor allem die thermische Wirkung des sich löschenden Ätzkalkes so erheblich herabsetzt, namentlich bei 1/4 Konzentration (p. 21), habe ich weiterhin Versuche mit Lösungen von 1 Teil Glycerin auf 3 Teile Wasser gemacht und dabei gefunden, dafs diese in der That die Kalkreste schnell entfernen und den Grad der zu befürchtenden Trübungen merklich herabsetzen. Dennoch habe ich diese Idee wieder fallen lassen müssen, weil das Glycerin selbst in dieser Verdünnung noch von den Augen schlecht vertragen wird. Zander und Geissler (44) haben zwar zu therapeutischen Zwecken sogar Einträufelungen von konzentriertem Glycerin in den Konjunktivalsack empfohlen, doch müssen dieselben, nach meinen Versuchen zu urteilen, sehr schmerzhaft und nicht unbedenklich sein. Aufserdem stehen der Anfertigung und dem Aufbewahren der Glycerinlösung in geeigneter Konzentration dieselben Übelstände gegenüber, wie bei der Zuckerlösung.

Neben der letzteren, und namentlich in der Zeit vor ihrer Einführung durch Gosselin, hat man es empfohlen und versucht, den Kalk im Konjunktivalsacke, ehe er noch seine zerstörende Thätigkeit entfalten kann, durch mineralische oder organische Säuren unschädlich zu machen. Theoretisch könnte man sich davon ja einigen Erfolg versprechen, weil die meisten Säuren, die hier in Betracht kommen können, in der That imstande sind, den Ätzkalk, das Kalkhydrat und andere Calciumsalze chemisch umzuwandeln. Bleiben wir zunächst beim Ätzkalk und Kalkhydrat stehen, so haben wir da zwei wesentlich verschiedene Gruppen von Säuren zu unterscheiden, solche, die mit den genannten Substanzen lösliche und solche, die mit ihnen unlösliche Calciumsalze bilden. Was die erstere Gruppe angeht, zu der die meisten Säuren, wie Salz-, Salpeter-, Schwefel-, Essig-, Citronen-, Wein- und Milchsäure gehören, so verbinden sich dieselben zwar sehr schnell mit Calciumoxyd oder -hydroxyd zu den entsprechenden Salzen, doch liegt in der Darstellung dieser Salze auf dem Bulbus kaum ein nennenswerter Gewinn, denn wenn sie auch erheblich weniger ätzend wirken, wie die alkalischen Erden, so ist doch ihre Fähigkeit in die von den letzteren bereits angegriffene Kornea einzudringen und dort Trübungen hervorzurufen noch so grofs, dafs sie ernstlich nicht in Frage kommen können. Nur der schwefelsaure Kalk bildet ja darin eine bemerkenswerte Ausnahme, weil er, wie ich früher bereits erwähnte, die Kornea ganz unverändert läfst. Aber sowohl die Schwefelsäure, wie die anderen vorgenannten Säuren, können schon deshalb nicht in Betracht kommen, weil alle diese Säuren, abgesehen davon, dafs sie wohl kaum jemals noch frühzeitig genug zur Anwendung gelangen können, schon ihrerseits starke Ätzmittel für die Kornea darstellen und deshalb nur einen Schaden durch den anderen ersetzen würden. Es ist daher von vorneherein einleuchtend, und ich habe das auch experimentell noch besonders festgestellt, dafs jede Säure, die so konzentriert ist und so lange im Kon-

junktivalsacke verbleibt, dafs sie dort die Kalkreste hinreichend aufzulösen vermag, die Kornea ebenso stark, manchmal noch stärker, ätzt, wie diese Kalkreste selbst, und es gilt das namentlich auch von den wiederholt ad hoc empfohlenen organischen Säuren, der Essigsäure, Citronensäure, dem Citronensafte und der sauren Milch. Namentlich in der Hand des Laien wird aus ihrer Anwendung allemal eine Doppelverätzung mit Kalk und mit Säure resultieren.

Ähnliches gilt auch von solchen Säuren, welche, wie die Flufssäure, die Phosphorsäure und die Oxalsäure, die Calciumsalze in unlösliche Verbindungen überführen. Zwar liegt in der Darstellung der letzteren ein unverkennbarer Vorteil, derselbe wird aber wieder wett gemacht durch die starke Ätzwirkung dieser Säuren, zu der bei der Oxalsäure noch die grofse Giftigkeit hinzukommt. Es bliebe also schliefslich nur noch die Kohlensäure übrig, die darin vor allen anderen eine bemerkenswerte Ausnahme macht, dafs sie zwar, wie gelegentliche Unfälle dargethan haben, in reinem, komprimiertem Zustande das Sehorgan sofort zerstört, in Wasser gelöst, also als kohlensaures Wasser, aber nach meinen Versuchen selbst bei stundenlanger Einwirkung auf den Bulbus die Hornhaut nicht sichtbar angreift. Solches kohlensaures Wasser verwandelt in der That den Ätzkalk und das Kalkhydrat im Konjunktivalsacke verhältnismäfsig schnell in unlöslichen und unschädlichen kohlensauren bezw. löslichen, aber ebenfalls unschädlichen, doppeltkohlensauren Kalk. Theoretisch würde also das kohlensaure Wasser, welches die Kalkreste sowohl unschädlich macht, wie zugleich entfernt, zum Reinigen des Bulbus und der Lidbindehaut eigentlich noch empfehlenswerter sein, wie das reine Wasser. Zudem hat es vor allen anderen Mitteln noch den grofsen Vorzug, dafs es leicht und in hinreichender Menge auf allen Arbeitsplätzen vorrätig gehalten werden kann. In der Praxis stellen sich seiner Anwendung leider aber doch wieder Bedenken entgegen. Einmal habe ich an demselben zwar auch bei längerem Bespülen des Bulbus keine schädigende Wirkung auf den letzteren direkt wahrnehmen können, wie solche so eklatant bei anderen, auch stark verdünnten Säuren auftritt, dennoch halte ich sie nicht für ganz ausgeschlossen, denn Versuche an meinen eigenen Augen ergaben schon beim Einträufeln weniger Tropfen kohlensauren Wassers ein lebhaftes, mehrere Minuten anhaltendes Schmerzgefühl. Aber selbst wenn das letztere auch nur eine vorübergehende, von dauerndem Schaden nicht begleitete Erscheinung sein sollte, so kommt doch noch ein anderes, nicht so leicht abzuweisendes Bedenken hinzu, welches auf dem von mir bei allen dahin zielenden Versuchen beobachteten Umstande beruht, dafs die bereits in der Hornhaut vom Kalke erzeugten Trübungen regelmäfsig dichter wurden, wenn ich sie mit kohlensaurem Wasser behandelte, indem sich augenscheinlich das Calciumalbuminat durch die nachdringende Kohlensäure in Calciumcarbonat verwandelte. In einzelnen Fällen, bei sehr geringem Umfange

und bei mehr peripher erem Sitze der Kalktrübung, kann das ja aus optischen Gründen einen Gewinn bedeuten, in den weitaus meisten wird aber dadurch die von dem Kalkinsulte zu erwartende Funktionsstörung nur vermehrt. Gühmann (136, p. 67) behauptet zwar, dafs er beim Bespülen mit kohlensaurem Wasser eine Aufhellung bereits vorhandener Kalktrübungen beobachtet habe, doch bezweifle ich diese Wahrnehmung, die ich selbst niemals machen konnte. Gühmann gesteht auch später (l. c., p. 68) selbst zu, dafs sich am nächsten Tage die Trübung doch wieder in derselben Intensität gezeigt habe.

Aus allen diesen Gründen verbietet sich ohne Frage die Verwendung von Säuren hinreichender Konzentration zur Entfernung oder Unschädlichmachung der Kalkreste im Konjunktivalsacke, wie das auch schon von v. Graefe (32) betont wurde. Und was hinsichtlich des Ätzkalkes und Kalkhydrates gilt, gilt aus den gleichen Gründen auch dann, wenn die Materia peccans aus einem anderen Calciumsalze besteht. Soweit diese Salze von den in Betracht kommenden Säuren überhaupt chemisch verändert werden, ist der Erfolg immer doch nur wieder eine Hornhauttrübung, entweder durch die Säure oder durch das neu erzeugte Calciumsalz.

Etwas anders liegt die Sache, wenn man es versuchen wollte, den gedachten Zweck nicht durch eine Säure, sondern durch die Lösung eines Metallsalzes zu erreichen, welches naturgemäfs so geartet sein mufs, dafs es zunächst selbst für den Bulbus, und insbesondere für die Hornhaut, ganz unschädlich ist, dafs es mit den Calciumsalzen überhaupt chemische Umsetzungen eingeht und dafs die so erzeugten neuen Verbindungen unlöslich oder für das Sehorgan unschädlich oder doch erheblich weniger schädlich sind, wie das ursprüngliche Calciumsalz. Von den Metallsalzen, die hier überhaupt in Frage kommen könnten, scheiden also zunächst die Salze der alkalischen Erden, der Erden und der Schwermetalle aus, da sie teils unlöslich sind, teils die Calciumsalze nicht zersetzen, alle aber ihrerseits mehr oder minder schädigend auf den Bulbus einwirken, wenn sie hinreichend konzentriert in Anwendung kommen. Es bleiben nur die Salze der Alkalien und des Magnesiums als solche, von denen eine wünschenswerte Einwirkung auf die Calciumsalze erwartet werden darf, und diese letztere könnte wiederum nur dann eintreten, wenn dabei unlösliche Calciumverbindungen erzeugt würden. Von den so gearteten Salzen scheiden aber auch wieder die oxalsauren aus, deren Anwendung ihre starke Giftigkeit im Wege steht, sodafs nur die Carbonate, Phosphate und Sulfate der Alkalien und das Magnesiumsulfat schliefslich in Frage kommen können, von denen wir ja wissen, dafs sie sowohl Ätzkalk und Kalkhydrat, wie die übrigen löslichen Kalksalze, in unlösliches Calciumcarbonat oder -phosphat bezw. unschädliches Calciumsulfat umwandeln.

Kalium- und Natriumcarbonat erweisen sich aber wiederum als für unseren Zweck nicht geeignet, da sie in hinreichend konzentrierten Lösungen

unverkennbar selbst eine stark ätzende Wirkung auf die Augenmembranen ausüben, und noch mehr gilt das von dem kohlensauren Ammoniak, welches sich von selbst fortwährend in Ammoniak und Kohlensäure zersetzt, von denen, wie die von Brionne (112, obs. 7), Abadie (282) und Trousseau (280) mitgeteilten Fälle und meine eigenen Beobachtungen ergeben haben, das Ammoniak noch stärker zu ätzen scheint, wie der Kalk selbst. Aufserdem würden alle drei mit Kalkhydrat neben kohlensaurem Kalke Ätzalkalien erzeugen, was doch gegen Ätzkalk oder Kalkhydrat kaum einen Gewinn bedeuten würde. Das doppeltkohlensaure Natron endlich wirkt zwar als solches nicht ätzend oder trübend auf die Hornhaut ein, erzeugt aber mit Ätzkalk und Kalkhydrat das kaustische Natriumcarbonat und könnte also höchstens in den selteneren Fällen angebracht sein, in denen die Reste im Konjunktivalsacke nicht aus Kalkbasen, sondern aus anderen Calciumsalzen bestehen.

Man könnte nun ferner noch an das allerdings giftige Zincum sulfuricum denken, doch würde dasselbe, wenn es in einer für den vorliegenden Zweck hinreichend konzentrierten Lösung angewandt würde, nicht nur sehr schmerzhaft sein, sondern in hohem Grade ätzend auf die Augenmembranen einwirken und zudem zu einer Vergiftung leicht Veranlassung geben. Auch scheint es mir bei Epitheldefekten, wie sie ja immer mit Kalkverletzungen verbunden sind, ähnlich wie Bleisalze im Korneaparenchym Niederschläge von Zinkalbuminat zu erzeugen, sobald nur seine Lösung einigermafsen konzentriert ist.

Da sich auch die Alkalisulfate und -phosphate aus denselben Gründen, wie die Alkalicarbonate, ungeeignet erweisen, so bleibt also schliefslich nur noch die Möglichkeit zu erwägen, ob es nicht etwa gelingen möchte, durch Einwirkung einer Lösung von Magnesiumsulfat oder Bittersalz Ätzkalk und die anderen Calciumsalze in den zwar löslichen, aber dem Auge gegenüber indifferenten schwefelsauren Kalk zu verwandeln. Nach einem bekannten chemischen Gesetze bildet schwefelsaure Magnesia mit Ätzkalk und Kalkhydrat immer Magnesiumoxyd bezw. -hydroxyd und schwefelsauren Kalk und mit hinreichend konzentrierten Lösungen anderer Kalksalze ebenfalls schwefelsauren Kalk und das entsprechende Magnesiumsalz. Soweit ich das nun bei meinen Versuchen feststellen konnte, üben aber sowohl die Lösungen von Bittersalz, wie diejenigen anderer Magnesiumverbindungen, auch bei längerer Einwirkung keine ätzende oder trübende Wirkung auf die Hornhaut aus, und es wäre demnach die Lösung von Bittersalz in Wasser wohl sicher ein vorzügliches Mittel zur schnellen, vorläufigen Unschädlichmachung der Kalkreste im Konjunktivalsacke, wenn nicht auch sie ganz erhebliche Schattenseiten hätte. Zunächst erzeugt eine zu konzentrierte Bittersalzlösung zwar keine Trübung in der Kornea, aber doch, wovon ich mich selbst überzeugte, recht heftige nachhaltende Schmerzen, sie müfste also immer, da sie natürlich, wenn sie

hinreichend wirken soll, auch nicht zu schwach sein darf, ziemlich sorgfältig hergestellt werden, was dem Laien im gegebenen Falle kaum oder doch nicht schnell genug gelingen würde. Es müfste also jedenfalls, trotzdem das Bittersalz sich leicht in Wasser löst, eine geeignete Lösung in gröfserer Menge vorrätig gehalten werden. Das ist aber dem gewöhnlichen Wasser gegenüber nicht nur ein grofser Nachteil, sondern hat auch noch den Übelstand, dafs eine solche Lösung einen sehr günstigen Nährboden für allerlei Pilze abgiebt, also durch Phenol, Sublimat oder Borsäure sterilisiert werden müfste. Die ersteren beiden verbieten sich aber schon mit Rücksicht auf das angeätzte Korneagewebe und weil sie die Magnesia teilweise ausfällen würden, die Borsäure aber, weil sie das Ausfällen des Magnesiumhydroxyd und die Bildung von schwefelsaurem Kalk verhindert.

Nach diesen und andern Versuchen und Erwägungen bin ich immer wieder zu der Überzeugung gekommen, dafs eine zugleich wirksame und unschädliche chemische Lösung, Neutralisation oder Fällung der Kalkreste auf den Bulbus ebenso wie eine Involution derselben z. Z. nicht durchführbar ist, dafs allein eine umgehende und vollkommene mechanische Säuberung des Konjunktivalsackes, und zwar am besten mit reinem Wasser in Form eines Strahles, dem Umsichgreifen des Schadens Einhalt zu thun vermag. Will man diesem Spülwasser noch etwas zusetzen, so könnte das, wo es sich ohne Zeitverlust machen läfst, höchstens etwas Borsäure (bis 2 %) sein, die die Gefahr einer septischen Infektion verringern würde, sich leider aber in kaltem Wasser nicht eben schnell löst. Ganz gewifs bleibt wenigstens für die erste Hilfeleistung durch Laienhände der Wasserstrahl das einzige brauchbare Mittel bei einer frischen Kalkverletzung, und es ist bedauerlich, dafs bisher infolge verkehrter Anschauungen immer wieder vor dem Gebrauche des so unbedingt indizierten Wassers gewarnt wurde.

Nicht viel anders, wie für den Laien, liegt die Sache aber auch für den Arzt, der zu einer Kalkverletzung gerufen wird und der, wie schon erwähnt, fast ausnahmslos immer noch Kalkreste im Konjunktivalsacke vorfinden wird, die in allererster Reihe seine Aufmerksamkeit und ein baldiges Eingreifen erheischen. Zwar werden in den meisten Fällen die ersten und gefährlichsten Stadien der Ätzung schon vorüber sein, wenn der Arzt den Patienten zu Gesicht bekommt, sodafs jetzt vielleicht die Minuten nicht mehr so kostbar sind, wie vorher die Sekunden. Dennoch ist in den meisten, wenigstens aber in allen einigermafsen frischen Fällen ein möglichst baldiges Eingreifen auch für den Arzt dringend geboten. Wenn dasselbe rationell und schonend geschieht, so kann ein neuer Schaden dadurch nicht hervorgerufen werden, wohl aber kann der schon bestehende Schaden bei zu langem Zögern fortwährend vergröfsert werden. Es mufs deshalb als unbedingt verwerflich bezeichnet werden, wenn der Arzt die erste Hilfeleistung geflissent-

lich unterläſst. Einen solchen, fast unglaublichen Fall beobachtete ich im August 1898: Dem 14jährigen W. S. war beim mutwilligen Spiel gelöschter Kalk ins linke Auge geworfen worden; $^3/_4$ Stunden später kam er zum Arzte, der aber nicht einmal den Versuch machte, das Auge zu reinigen, sondern den Jungen an die Universitäts-Klinik in B. verwies. Da an dem kleinen Orte nur wenige Eisenbahnzüge halten, so kam der Verletzte erst 6 Stunden nach dem Unfalle in der Klinik an und zwar in einem Zustande, welcher trotz sofortiger sorgfältiger und sachgemäſser Behandlung nach zehn Tagen zur Enukleation des Bulbus zwang, der bei rechtzeitiger, doch durchaus nicht so schwieriger Behandlung seitens des Arztes vielleicht sogar mit leidlicher Funktion wahrscheinlich erhalten geblieben wäre.

Es müssen in allen Fällen auch vom Arzte möglichst bald zunächst die meist immer noch vorhandenen Kalkreste entfernt werden, am besten auf mechanischem Wege, also zuerst mit dem Wasserstrahle und dann eventuell mit Wattebäuschen und der Pincette, denn es gelten auch hier mutatis mutandis alle oben angeführten Gesichtspunkte und Bedenken. Jedenfalls sind alle Versuche einer chemischen Säuberung des Konjunktivalsackes auch von seiten des Arztes nutzlos und eventuell gefährlich und sollten deshalb von vornherein ganz unterbleiben. Dagegen würde es vielleicht zu erwägen sein, ob man nicht solche Kalkreste, die inzwischen teilweise tiefer in die Gewebe eingedrungen sind bezw. eingerieben wurden, auf mehr operativem Wege, etwa durch die von DE GOUVÊA (60) empfohlene oberflächliche Abrasio corneae, gründlicher und schneller entfernen will, doch zweifle ich, daſs damit in manchen Fällen ein Vorteil verbunden sein wird, da bei der Trübung und Quellung der Kornea die richtige Dosierung dieses Verfahrens ziemlich schwer ist und ein tieferer Eingriff mit der Glühschlinge oder dem DAVIEL'schen Löffel leicht zu sekundären Entzündungen und Trübungen Veranlassung giebt, deren Schaden sich vielleicht nachträglich als umfangreicher erweist, als wie es der von den geringen in dem ohnedies getrübten Gewebe zurückbleibenden, noch ätzenden Kalkresten zu erwartende gewesen wäre. Bei richtiger Anwendung wird der einfache Wasserstrahl, eventuell mit nachfolgender Zuhilfenahme eines mit Öl getränkten Wattebausches oder Pinsels, in den meisten Fällen zur Beseitigung der Kalkreste und des Epitheldetritus wenigstens von der Kornea vollkommen ausreichen.

Etwas anders liegt die Sache allerdings bei der Bindehaut, namentlich wenn die Kalkverletzung ausgedehnter und seit ihrer Entstehung bereits einige Zeit verstrichen ist. So kann es durch die alsbald sich anschlieſsende Chemosis zu einer vollständigen Überlagerung oder Einbettung der Kalkreste in die Bindehaut kommen, sodaſs der Wasserstrahl diese Reste gar nicht erreichen und fortspülen kann und ein operatives Beseitigen derselben notwendig wird. Bei der Kornea ist eine solche Möglichkeit aber ausgeschlossen, und da quoad functionem Beschädigungen dieser Membran ungleich nach-

teiliger sind, wie die der Konjunktiva, so sollte meines Erachtens immer zuerst wenigstens die Hornhaut mit dem Wasserstrahle gesäubert werden, ehe gegen die Kalkreste auf und in der Konjunktiva auf die eine oder andere Weise vorgegangen wird.

Damit nun aber während der Säuberung der Kornea nicht die in den Bindehautfalten deponierten, manchmal beträchtlichen Kalkreste die erstere immer wieder aufs neue anätzen, sollten die Augenlider zunächst durch einen Sperrelevateur fixiert und dann in der Folge unter Ektropionieren zuerst die Lidbindehäute, dann die Conjunctiva bulbi superior und zuletzt die Conjunctiva bulbi inferior gereinigt werden. Es gilt dieser Vorschlag namentlich auch für die erste Hilfeleistung bei ganz frischen Kalkverletzungen.

Ist nun das Ziel, die Säuberung der Kornea und Konjunktiva von den Kalkresten und dem Epitheldetritus, erreicht, soweit das mit dem Wasserstrahle, der Pincette etc. möglich war, so ist eine fernere Ausspülung des Bindehautsackes mit kaltem Wasser zu unterlassen, da das letztere die Widerstandskraft und Reparationsfähigkeit insbesondere der Hornhaut herunter-setzt. Auch eine alsbaldige operative Entfernung der bereits getrübten aber noch festhaftenden Korneapartien, wie sie von DE GOUVÊA (60), v. ARLT (80), SZILI (145) u. A. befürwortet wird, halte ich nicht für angebracht, mindestens aber nicht für notwendig. Zunächst wäre das ja überhaupt nur möglich bei sehr oberflächlichem Sitze solcher Trübungen, die sich aber im weiteren Verlaufe des Heilungsprozesses auch von selbst abstoßen würden und in deren vorläufigem Verweilen keine Gefahr mehr erblickt werden kann, da sie durchweg aus unschädlichem Calciumalbuminat bestehen und keine Tendenz verraten, in die Tiefe zu dringen. Allerdings können sie schon als bloße Fremdkörper einen gewissen Reiz ausüben, schützen dabei aber auch gleichzeitig wieder die tieferen Gewebeschichten vor Insulten. Vielleicht nur dort, wo die Trübungen sehr oberflächlich sitzen und sich ohne besondere Mühe und Gefahr schnell entfernen lassen, könnte man mit Rücksicht auf das eventuelle spätere optische Ergebnis, eine solche baldige Entfernung in Erwägung ziehen. Das Beseitigen tiefer sitzender Trübungen ist aber teils unmöglich, teils gefährlich. Mit chemischen Mitteln, die im günstigsten Falle unwirksam bleiben, meist aber den Schaden vergrößern, ist ihnen nicht beizukommen, und eine operative Entfernung solcher Trübungen kann ebenso, wie die anderer Hornhauttrübungen, namentlich bei dem vorhandenen Reizzustande ernstlich nicht in Frage kommen, da, wie das SAEMISCH (91, p. 306) hervorhebt, einem solchen tiefen Eingriffe „wohl stets eine Entzündung folgen dürfte, welche im günstigsten Falle schließlich ebenso ausgedehnte Trübungen, als die entfernten waren, zurückläßt."

Im allgemeinen wird bei jeder frischen Kalkverletzung des Auges der Arzt zunächst darauf bedacht sein müssen, nachdem er die etwa noch vorhandenen Reste von Kalk von der Kornea und aus dem Konjunktivalsacke

entfernt hat, einer etwaigen septischen Infektion des verletzten Gewebes durch die Materia peccans selbst, durch Finger, Taschentücher, Instrumente, Spülwasser, Konjunktivalsekret u. s. w. mit Antisepticis, also mit Borsäurelösung (2 %), Borvaselin (0.3 : 10) oder etwa mit dem von Deutschmann (122) empfohlenen Jodoformvaselin (1 : 10), nicht aber mit Phenol oder Sublimat, entgegenzuwirken oder vorzubeugen und die sich anfänglich meist einstellende, mehr oder minder erhebliche Entzündung eventuell mit kalten Umschlägen oder mit Eis zu bekämpfen. Doch darf auch die Kälte aus der oben angegebenen Rücksicht auf die Kornea nicht zu lange appliziert werden, jedenfalls nur so lange, bis die starken Entzündungserscheinungen in der Konjunktiva zurückgehen. Aufschläge mit Bleiwasser und ähnlichen Metallsalzlösungen sind, wie bei anderen Korneaverletzungen mit Kontinuitätstrennung, streng kontraindiziert, ebenso der von Stroschein (254) empfohlene und auch von de Bovis (231, p. 173, obs. 58) benutzte Occlusivverband, der, wie die von Gühmann (136, p. 27) mitgeteilte Beobachtung darthut, wenigstens in einigen Fällen, namentlich bei stärkerer Entzündung, im höchsten Grade gefährlich werden kann, indem er dann schon in kürzester Zeit zu einer eitrigen Einschmelzung des ganzen Bulbus führt. Manchmal wird auch Bettruhe angebracht sein, mindestens Aufenthalt im Zimmer und dauernde Beschattung des Auges, um den starken Reiz, den auch das zerstreute Tageslicht ausübt, zu vermeiden. Die subjektiven Beschwerden sind nach einer Kalkverletzung in der Regel ziemlich grofse. Die Schmerzen können zwar bisweilen ganz fehlen (31), bisweilen aber auch sehr heftig werden, dauern aber in dieser Intensität selten mehr wie einige Stunden an, wenigstens soweit sie von der Verletzung der Kornea herrühren. Bei starker Chemosis, bei Erosionen der Konjunktiva etc. können natürlich sekundär Schmerzen entstehen, die oft sehr heftig und lange andauernd sind. Aufser durch die kalten Aufschläge, welche indessen, wie erwähnt, nicht zu lange fortgesetzt werden dürfen, durch die Ruhe und die Beschattung, können die Schmerzen am besten durch wiederholtes Einträufeln von reinem Olivenöl erheblich herabgesetzt werden. Dieselben mit Kokaïn zu bekämpfen, was Rosenmeyer (276) vorschlägt, dürfte indessen wohl minder empfehlenswert sein, da, wie Koller (293) u. A. mitteilen, das Kokaïn den Schmerz doch nur vorübergehend stillt, bei längerem Gebrauche aber, auch in sehr verdünntem Zustande, als Protoplasmagift das Epithel schädigt und sogar, wie wenigstens Pflüger (171) und Würdinger (178) beobachtet haben wollen, neue Epitheldefekte, Bläschen-Eruptionen und selbst Hornhauttrübungen hervorrufen kann. Bei besonders heftigen Schmerzen wird man auch zum Morphium greifen müssen.

Alsbald nach den ersten therapeutischen Mafsnahmen, nachdem die floride Entzündung etwas abgeklungen ist, müssen die kalten Aufschläge durch die feuchte Wärme (warmes Wasser, Milch oder Kamillenthee von 30—35° C.) oder eventuell durch die von Boullet (215) als wirksamer

empfohlene trockene Wärme von etwa 40° C., ersetzt werden, um die Vaskularisation zu befördern und um die Abstofsung der nekrotisierten Gewebepartien und die Regeneration zu beschleunigen, namentlich sind aber auch schon frühzeitig die von seiten der anderen Augenmembranen drohenden Komplikationen in's Auge zu fassen. Eine Mitbeteiligung des Uvealtraktus schliefst sich fast an jede Kalkverletzung auch leichteren Grades an; deshalb ist schon von vorneherein die sofortige und andauernde Applikation des Atropins unbedingt indiziert, um Entzündungen der Iris und hintere Synechien möglichst zu verhüten. Bei allgemeiner Phlogose könnten Blutegel, Purgantien, graue Salbe, Kalomel, Schröpfköpfe u. dgl. in Frage kommen. Ebenso sind schon bald die von seiten der Konjunktiva und der Lider zu erwartenden narbigen Veränderungen, die sich als Pterygium, Symblepharon, En- und Ektropium, Ankyloblepharon u. dgl. äussern können, nach Möglichkeit zu bekämpfen, was indessen in sehr vielen Fällen nur unvollkommen oder überhaupt nicht gelingen wird. Namentlich das Symblepharon ist eine fast regelmäfsige Folge aller Kalkverletzungen und lässt sich mit den bekannten Mitteln (Einträufeln von Öl, Milch oder Quittenschleim, Einstreichen von Vaselin oder Lanolin, Einlegen von trennenden Schichten, regelmäfsiges Ektropionieren oder Lösen der Verklebungen) nur selten vollständig verhindern. Ebenso sind eventuell gleichzeitig vorhandene andere Erkrankungen des Auges, namentlich der Thränendrüse und der ableitenden Wege, nach Möglichkeit als solche sofort zu behandeln, und dasselbe gilt auch von den etwa gleich mit der Kalkverletzung entstandenen Beschädigungen anderer Art, von den eingedrungenen Fremdkörpern, perforierenden Wunden und Rupturen, ausgedehnten Gewebezerstörungen, Linsenluxationen u. dergl., die gegebenen Falles selbst eine alsbaldige Enukleation notwendig erscheinen lassen werden.

Bei den Komplikationen, die im weiteren Verlaufe des Heilungs- oder Krankheitsprozesses sich einstellen können, bei Abscessen, eitrigen Infiltrationen, Ulcera, Hypopyon, Hyphaema, Pannus, Staphylomen, Iritis, Linsentrübungen, Phlegmonen und sympathischer Affektion, gelten die bekannten therapeutischen Mafsnahmen. Namentlich ulceröse Prozesse schliefsen sich infolge trophischer Störungen oder durch die Anästhesie der Kornea begünstigt, gerne an Kalktrübungen an. Die bisweilen beobachteten Bläschenbildungen, welche zwischen dem Parenchym und dem Epithel der Kornea auftreten, wie bei dem zweiten der von mir (311) beobachteten Fälle, heilen meist leicht bei Anwendung des Druckverbandes und Rückenlage. Mayerhausen (132) heilte auf diese Weise eine sehr grofse Blase, die vier Wochen nach einer Kalkverletzung durch Blutaustritt aus der regenerativen Vaskularisation zwischen Parenchym und Bowman'scher Membran entstanden war, während Dimmer (152), der 11 Tage nach dem Kalkinsulte eine grofse schwappende Blase mit blutigserösem Inhalte zwischen Epithel und Bowman'scher Membran beobachtete, die fast überall bis dicht an den Limbus heranreichte, dieselbe zum

gröſsten Teile abtrug und schon am nächsten Tage ein neues, fast ganz glattes und glänzendes Epithel an ihrer Stelle fand. — Bei drohender Perforation käme neben Atropin oder eventuell Eserin die Paracentese in Betracht. Hirschberg (129) benutzte aufserdem oft mit gutem Erfolge dauernde Rückenlage und vollständige Ruhe unter Vermeidung von Erschütterungen durch Husten oder Erbrechen.

Wie wir sahen, läſst sich also sowohl unmittelbar nach der Kalkverletzung, wie im Verlaufe des Heilungsprozesses, gegen die einmal entstandenen Hornhauttrübungen so gut wie gar nichts machen, wohl aber lassen sich die Komplikationen und Folgezustände noch mit einiger Aussicht auf Erfolg bekämpfen, und vor allem läſst sich der Schaden mit ziemlicher Sicherheit auf das einmal vorhandene Maſs beschränken, wenn Arzt oder Laien sofort die geeigneten Vorkehrungen treffen, um die weiter ätzenden Kalkmassen zu entfernen. Es bleibt demnach, auch falls die letzteren bereits teilweise beseitigt sind, dem Arzte doch meist immer noch ein dankbares Feld prophylaktischen und therapeutischen Handelns, wenn er zu einer mehr oder minder frischen Kalkverletzung gerufen wird. Kann er auch nur selten eine vollständige Wiederherstellung des Sehorganes und seiner Funktion herbeiführen, so kann er doch durch schnelles und sachgemäſses Vorgehen fast immer ein Weiterumsichgreifen des Schadens erfolgreich bekämpfen.

Nahezu machtlos ist dagegen der Arzt in den Fällen, in denen der Heilungsprozeſs abgelaufen ist und dauernde Veränderungen in der Kornea zurückgelassen hat. Gegen die Verklebungen und Vernarbungen der Konjunktiva und Lider läſst sich ja mit einiger Aussicht auf Erfolg, wenn dieselben keinen zu groſsen Umfang angenommen haben, noch operativ mit den beim Symblepharon, Ektropium u. s. w. geübten Methoden vorgehen, gegen die Kalktrübungen in der Kornea aber, die gewissermaſsen im Momente ihrer Entstehung schon stationär geworden sind, giebt es bis heute kein Heilmittel irgend welcher Art, sofern sie nicht etwa nur sehr unbedeutend sind und ganz oberflächlich sitzen. Es unterscheidet sich die Kalktrübung in prognostischer Hinsicht durchaus nicht von den meisten anderen Hornhauttrübungen, wenigstens nicht zu ihrem Vorteile, da die letzteren doch bisweilen noch die Möglichkeit einer spontanen Aufhellung bieten, die bei der stationären Kalktrübung nahezu ganz fortfällt.

Ständige Hornhauttrübungen sind nach Saemisch (91) „jene Gewebsveränderungen der Membran, welche die definitiven Folgezustände vorausgegangener und vollständig abgelaufener Ulcerationen, Abscedierungen und Infiltrate bilden," sind also dauernde narbige Neubildungen, zu denen als Besonderheit bei den Kalktrübungen noch eine Einlagerung von Calciumalbuminat, welches vielleicht nach und nach mehr oder weniger in Calcium-

carbonat oder -phosphat übergeht, hinzukommt. Der naheliegende Gedanke, diese Kalkimprägnation mit chemischen Agentien zu beseitigen, hat sich aber bisher, wie das schon v. Graefe (32), de Gouvêa (60) u. A. fanden, und wie das aus den oben mitgeteilten Gründen auch leicht begreiflich ist, noch als unausführbar erwiesen, und ich zweifle auch, ob es überhaupt jemals gelingen wird, dieses Ziel zu erreichen, da alle Mittel, welche die genannten Kalksalze zu lösen und zu entfernen vermöchten, ganz gewifs auch eine starke chemische Einwirkung auf das benachbarte unversehrte Hornhautgewebe ausüben werden und infolge dessen eine Entzündung oder eine Nekrose desselben im Gefolge haben müssen. Sellerbeck (107) will zwar bei der Keratitis zonularis mit stündlichen Einträufelungen einer $^1/_2$ %igen Salzsäure, Birnbacher (255) in zwei ähnlichen Fällen sogar durch Anwendung einer 5 %igen Salzsäure die Kalkinkrustationen aufgehellt bezw. ganz beseitigt haben, und Simi (252) giebt an, dafs er Korneaflecke und Leukome mit konzentrierter (?) Citronensäure täglich fortgeätzt und damit in neun Monaten ein Leukom vollständig aufgehellt habe, es kann sich aber in allen diesen Fällen nur um einen sehr oberflächlichen Sitz der Kalkmasse bezw. Trübung gehandelt haben, auch zweifle ich nach meinen Erfahrungen, ob so konzentrierte Säurelösungen, wie sie Birnbacher und Simi benutzten, sich ohne weiteren Schaden bei einigermafsen tiefem Sitze des optischen Hindernisses anwenden lassen.

Aber selbst wenn es gelingen sollte, das Calciumsalz als solches aus dem Gewebe der Hornhaut zu entfernen, so wäre damit doch noch nicht allzuviel gewonnen, da es sich bei der Kalktrübung ja nicht nur um eine einfache Einlagerung von Kalk in das Gewebe, sondern auch um eine chemische und physikalische Veränderung des letzteren handelt, die auch nach Beseitigung der Kalkdeposita noch bestehen bleiben würde. Bei der Kalkverletzung wird ein grofser Teil des Gewebes chemisch ein für allemal zerstört, ein anderer durch die sekundäre entzündliche Reaktion dauernd narbig getrübt und es weicht, wie Saemisch (91) hervorhebt, „an einer solchen getrübten Stelle die Gestalt der Hornhautoberfläche immer von der Norm ab“, wobei „nicht selten diese Abweichung viel erheblicher ist, wie die Abweichung der Transparenz.“ Eine Restitutio in integrum mit chemischen Mitteln ist deshalb ganz ausgeschlossen, man würde damit im günstigsten Falle doch nur eine dichte Trübung durch eine mehr diffuse ersetzen, damit aber, wie das zuerst Donders gezeigt hat, die Funktion eher verschlechtern, als verbessern. Auch bleibt der artifizielle Astigmatismus auf jeden Fall bestehen, wenn er nicht etwa gar durch die chemische Einwirkung noch verstärkt wird.

Es können also für einmal vorhandene Kalktrübungen in der Hornhaut nur solche Mittel in Frage kommen, die auch für ständige Hornhauttrübungen an derer Genese empfohlen und versucht wurden, von denen aber

auch bis heute nur wenig Erfreuliches zu berichten ist. Schon Ruete (34, p. 396) sagt: „Es ist niemals ein gutes Zeichen, wenn gegen eine Krankheit sehr viele und höchst verschiedene Mittel empfohlen sind. Denn es zeugt entweder von Unbekanntschaft mit dem Wesen der Krankheit oder wohl gar von der Unmöglichkeit, wenigstens von der Schwierigkeit ihrer Heilung. Dies gilt auch von den Verdunkelungen der Conjunctiva corneae und der Hornhaut selbst." In der That ist die Zahl der Mittel, welche man gegen die Hornhauttrübungen zu den verschiedensten Zeiten versucht und empfohlen hat, eine sehr grofse. In erster Reihe scheinen noch diejenigen Mittel am meisten Aussicht auf Erfolg bieten zu können, die auf eine direkte mechanische Entfernung der Trübungen abzielen, und es haben Mackenzie (9) und Bowman (18) denn auch stationäre Trübungen auf diese Weise erfolgreich beseitigt. Ein gleiches gelang v. Arlt (85) bei Blei- und Kalkinkrustationen durch Abrasio, Szili (145) durch Auskratzen bei metallischen Niederschlägen in der Hornhaut, Nieden (157) durch den Galvanokauter beim Rostring und bei der sklerosierenden Keratitis, Feilchenfeld (216) sogar bei floriden Infiltraten durch Entfernung derselben mit dem Hohlmeifsel oder der Staarnadel. Bemerkenswert ist ein Fall, den White-Cooper (39, p. 281) berichtet: Bei einem 30jährigen Manne, dem vor einem Jahre Kalk in beide Augen gespritzt war, fand sich die rechte Hornhaut zu $^1/_2$, die linke zu $^2/_3$ mit einer rauhen, unregelmäfsigen Inkrustation bedeckt, die White-Cooper für Kalk und Bleizucker hielt und die nach seiner Meinung dadurch entstanden war, dafs die Augen zunächst mit Wasser und dann mit Bleiwasser ausgewaschen worden waren (Bleizucker, der ja in Wasser löslich ist, konnte aber selbstverständlich nicht in der Masse enthalten sein, wohl Bleialbuminat). White-Cooper schälte nun mit einem spitzen Irismesser die Inkrustation lagenweise allmählich los, wodurch die bis dahin starken Schmerzen und das Thränenträufeln sehr bald verschwunden und das linke Auge wieder vollständig brauchbar geworden sein sollen. Aber es unterliegt ganz gewifs keinem Zweifel, dafs es sich bei allen diesen Beobachtungen nur um ganz oberflächliche und nicht sehr ausgedehnte Trübungen gehandelt haben kann, da sich sonst dem Eingriffe sehr bald eine reaktive Entzündung mit sekundärer Trübung angeschlossen haben würde.

Was von den stationären Hornhauttrübungen im allgemeinen gilt, gilt noch ganz besonders von den durch Kalkätzung erzeugten. Wenn dieselben nicht etwa nur in dem Epithel und vielleicht in den allerobersten Schichten des Parenchyms ihren Sitz haben, was nur äufserst selten vorkommen wird, so sind sie durch nichts mehr zu beseitigen, weder durch chemische noch durch operative Methoden. Auch die Massage (273), allein oder in Verbindung mit chemischen Mitteln oder mit Abrasio, und die von Rothmund (49) und Wein (56) empfohlenen subkonjunktivalen Injektionen lassen hier vollkommen im Stiche und ebenso die Skarifikation, die Vaporisation (261)

und die Elektrolyse (148, 162, 213, 262), welche letztere schon Driver (73) auf Grund zahlreicher Versuche als sehr schmerzhaft und vollkommen wirkungslos bezeichnete.

Die einzigen therapeutischen Maſsnahmen, welche bei stationären Trübungen der Hornhaut und namentlich bei solchen, die durch Kalk hervorgebracht wurden, wohl noch einigermaſsen Aussicht auf Erfolg bieten können, sind diejenigen, welche die Kalktrübungen als optische Hindernisse ruhig bestehen lassen und nur darauf abzielen, neben denselben die Möglichkeit eines Einfalles hinreichenden und konzentrierten Lichtes zu schaffen, nämlich das Tätowieren und die Iridektomie. Das Tätowieren der Hornhautflecken war schon den alten Griechen bekannt, wie Anagnostakis nachgewiesen hat, war dann aber seitdem, wie es scheint, fast ganz in Vergessenheit geraten und wurde erst 1869 von Abadie und v. Wecker wieder auf's neue empfohlen. Ursprünglich war das Verfahren wohl mehr aus kosmetischen Gründen angewandt worden und wurde in dem Sinne auch von Vacher (189) durch Einführung verschiedenfarbiger Tinktionsmittel noch wesentlich verbessert. Auch bei den Kalktrübungen der Hornhaut kann jener Gesichtspunkt eine grofse Bedeutung haben, da gerade die Kalktrübungen, wenn sie nur einigermaſsen bemerkbar sind, dem Auge etwas Starres und Unangenehmes verleihen. Empfiehlt sich deshalb schon aus rein kosmetischen Gründen in vielen Fällen abgelaufener Kalkverletzung ein Tätowieren der weifslichen Flecke mit chinesischer Tusche, soweit sie in das Pupillargebiet fallen, oder mit den bunten Farben Vacher's, wenn sie vor der Iris liegen, so noch weit mehr aus funktionellen Gründen. Schon Donders wies darauf hin, daſs scharf begrenzte, vollkommen undurchsichtige Hornhautflecken keine Diffusion der einfallenden Lichtstrahlen, die bei durchsichtigeren Trübungen so aufserordentlich störend wirkt und die Deutlichkeit der Bilder so unverhältnismäſsig beeinträchtigt, stattfindet. Saemisch (91) machte aber auch mit Recht darauf aufmerksam, daſs es absolut undurchsichtige natürliche Trübungen gar nicht giebt, daſs mindestens die Randpartien immer noch etwas durchsichtig sind und daſs auch die anormal gekrümmte Nachbarschaft das Licht zerstreut. Insbesondere gilt das aber von den Kalktrübungen, die, wenn sie im Centrum auch ganz undurchsichtig sind, doch nach dem Rande zu immer mehr oder minder durchscheinend werden. Wenn man also durch Tätowieren die Kalkflecken in ihrer ganzen Ausdehnung und eventuell auch noch die astigmatische Nachbarschaft vollkommen undurchsichtig machen könnte, so würde man wenigstens in manchen Fällen neben der kosmetischen Verbesserung auch noch eine solche der optischen Funktion erzielen. Leider gelingt aber, wie schon v. Wecker (770) erfahren mufste, das Tätowieren der Kalktrübungen lange nicht so leicht und gut, wie das anderer Hornhauttrübungen, weil das mit Kalk getrübte Gewebe Tinktionsmittel nur unvollkommen aufnimmt.

Das Tätowieren kann überhaupt nur dann zur funktionellen Verbesserung in Frage kommen, wenn die Flecken nicht zu groſs und nicht zu sehr central gelegen sind. Im anderen Falle wird man mit ihm die Iridektomie wenigstens verbinden oder letztere allein vornehmen müssen, natürlich aber erst dann, wenn der entzündliche Prozeſs bereits ganz abgelaufen ist, und auch nur an solchen Stellen, vor denen die Hornhaut noch vollkommen klar ist. Daſs man sich in letzterer Hinsicht bisweilen täuschen kann, daſs oft erst nachträglich vor der künstlichen Pupille leichte Trübungen entdeckt werden, daſs deshalb der Irisspalt möglichst schmal angelegt werden muſs und daſs die Iridektomie gelegentlich sogar noch verschlechternd wirkt, indem sie bei zentralen durchscheinenden Trübungen erst recht Blendungserscheinungen hervorruft, hat Saemisch (91) auch schon betont. Gelegentlich kann vielleicht, wie bei anderen stationären Hornhautflecken, so auch bei alten Kalktrübungen, die stark lichtzerstreuend wirken und nicht central sitzen, neben der Iridektomie und dem Tätowieren noch die von Donders (23) eingeführte stenopäische Brille in Frage kommen.

Auf eine Besprechung der übrigen Methoden zur Verbesserung der optischen Verhältnisse auf operativem Wege, der Sklerektomie, Kerektomie, Keratoplastik, Cornea artificialis etc., kann ich hier um so eher verzichten, als alle diese Methoden trotz der eifrigen Bemühungen Nussbaum's, v. Hippel's, Salzer's u. A. einen befriedigenden Erfolg bis jetzt noch nicht ergeben haben. Ich beschränke mich deshalb darauf, die Veröffentlichungen über diesen Gegenstand in meiner Litteraturübersicht anzuführen. Dagegen wird die Enukleation gelegentlich schon aus kosmetischen Gründen, namentlich aber bei Neigung zu recidivierenden Entzündungen, bei starken subjektiven Beschwerden, bei Phthisis bulbi und bei drohender sympathischer Affektion des anderen Auges, ernstlich in Frage kommen können, wie auch Irisprolaps, Staphylom und Pannus crassus natürlich ein operatives Eingreifen erheischen würden.

Was nun die Prognose der Kalkverletzungen angeht, so richtet sich dieselbe nach einer so groſsen Anzahl manchmal unberechenbarer Nebenumstände sowohl bei der Verletzung selbst, wie im Verlaufe der Heilung, daſs man damit sehr vorsichtig sein muſs. De Bovis (231) hat unter 26 in der Augenklinik zu Lyon behandelten Fällen von Kalkverletzung allerdings drei beobachtet, in denen eine vollständige Heilung eintrat, doch scheint es mir, wie bereits oben erwähnt, als ob das die drei Fälle sind, in denen nach seiner Angabe nur die Konjunktiva betroffen war. Selbst bei sehr leichten Kalkverletzungen, wenigstens bei denen, die Gegenstand ärztlicher Behandlung werden, bleibt fast immer doch eine dauernde Beschädigung der Kornea zurück, und schon Demours (5) warnt in solchen Fällen, in denen die Läsion anfänglich scheinbar eine geringfügige war, vor einer voreiligen günstigen Prognose. Meist wird die letztere schon sehr bald durch die nach-

träglich auftretenden sekundären Trübungen und eine oder mehrere der oben erwähnten Komplikationen erheblich verschlechtert. Mindestens kommt es in der Regel zu bleibenden Hornhautflecken, die die Funktion je nach ihrem Sitze und ihrer Ausdehnung beeinträchtigen, fast ausnahmslos aber auch zu Astigmatismus und nicht so selten zu Motilitätsstörungen mit Diplopie. Die schwereren Kalkverletzungen führen aber meist zu mehr oder minder ausgedehnter Nekrose und Abstofsung der ganzen Hornhaut, an die sich ein Staphylom, eine Phthisis bulbi anterior oder gar eine Panophthalmitis, jedenfalls Blindheit des betreffenden Auges, anschliefsen kann. De Bovis (231) beobachtete unter seinen 26 Kalkverletzungen zwei, die mit Amaurose eines Auges endeten und ich selbst (311) habe einen Fall kennen gelernt, in dem der Ausgang eine totale Blindheit auf beiden Augen war. Verhältnismäfsig günstig verlaufen nur die leichten Fälle, in denen sofort die richtigen Mafsregeln zur Abwehr gröfseren Schadens getroffen wurden und sachverständige Hilfe schnell zur Stelle war.

Bei frischen Kalkverletzungen wird, wie bei anderen chemischen Verätzungen, die Unsicherheit der Prognose namentlich auch bedingt durch die Rolle, welche die sich alsbald anschliefsenden sekundären Trübungen spielen. Dieselben können bisweilen sehr schnell auftreten und ausgedehnt sein, dann aber wieder vollkommen zurückgehen, wie in einem der früher (311) von mir geschilderten Fälle, während sie ein anderes Mal erst später auftreten und persistieren können. Einen solchen Fall beobachtete z. B. Desmarres (17, T. II., pag. 320), in dem nach einer schweren Schwefelsäureverätzung die Kornea nur leicht getrübt war und 12 Tage lang so blieb. Erst dann breitete sich die Trübung in die Tiefe aus und es entstand eine Ruptur der Kornea mit Linsen- und Glaskörpervorfall und mit eitriger Einschmelzung des ganzen Bulbus. Es kann also einmal der Ausgang günstiger sein, wie der erste Befund erwarten liefs, er kann aber auch, und das scheint noch häufiger vorzukommen, sich weit ungünstiger gestalten. Praun (315) beobachtete einen Fall, in dem „bei einem 71 Jahre alten Manne im Anschlusse an eine Kalkverletzung noch nach mehreren Wochen Perforation durch Abstofsung einer gröfseren central gelegenen Hornhautpartie erfolgte“, sodafs „in der Folge die sich vordrängende Linse entfernt werden mufste und der Glaskörper offen zu Tage lag.“ Er betont deshalb mit Recht, dafs man „in der Beurteilung des Ausganges immer äufserst zurückhaltend sein und sich sowohl von seiten der Hornhaut als der Bindehaut auf Überraschungen gefafst“ machen müsse.

Von der vis medicatrix naturae ist bei stationären Kalktrübungen so gut wie gar nichts zu erhoffen. Ganz selten hat man allerdings auch noch nachträglich eine partielle spontane Aufhellung solcher Trübungen beobachtet, und in dem oben (p. 61) von mir erwähnten Diebold'schen Falle soll ja sogar eine totale Aufhellung eingetreten sein, nachdem das betreffende Auge

schon 9 Monate lang nahezu ganz blind gewesen war, doch ist es wohl sicher, dass in solchen Fällen der Prozefs noch nicht zum Abschlusse gelangt war, sodafs die Aufhellung lediglich auf dem Rückgange der häufig so lange persistierenden sekundären Hornhautinfiltrate beruhte. Vielleicht könnte allenfalls bei jugendlichen Individuen eine teilweise, aber doch immer nur geringfügige Beseitigung der Kalkmassen durch den Lymphstrom im Verlaufe eines längeren Zeitraumes zu erhoffen sein.

Der in der ersten Zeit nach einer Verätzung der Hornhaut an dieser zu beobachtenden Anästhesie legen v. Graefe (32), Zander und Geissler (44), Michel (223), de Bovis (231), Stroschein (254), Praun (315) u. A. einen gewissen prognostischen Wert bei.

So sagt z. B. Michel (l. c., p. 692): „Bei ausgedehnteren und tieferen Verbrennungen und Ätzungen . . . . ist von Wichtigkeit die Prüfung der groben Sensibilität, da mit dem Ergebnisse derselben die Entscheidung der Frage zusammenhängt, in welchem Grade die thermische oder chemische Einwirkung stattgefunden hat. In allen Fällen, in welchen eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Hornhaut festzustellen ist, bleibt die einmal durch die Verbrennung geschaffene Trübung bestehen; erscheint aber die Hornhaut vollkommen unempfindlich, so ist das Auftreten einer viel stärkeren weifsen, undurchsichtigen Trübung, als sie anfänglich vorhanden war, für die Folge unausbleiblich.“ Ich kann diese Annahme indessen, wenigstens hinsichtlich der Kalkverletzungen, nur in beschränktem Masse gelten lassen.

Die Frage nach der weiteren Verzweigung und nach dem Modus der Endigung der in die Hornhaut vom Rande her eintretenden Nervenstämmchen ist ja bisher noch nicht in allen Punkten mit Sicherheit entschieden. Immerhin ist nach den Untersuchungen von Saemisch (43), Hoyer (48), Cohnheim (50), Dogiel (245) u. A. festgestellt, dafs die 40—50 (Saemisch) oder 60—80 (Dogiel) markhaltigen Nervenästchen, welche in die Kornea eintreten, alsbald ihre Markscheide verlieren und sich zunächst in einzelne Nervenfäden und dann in noch feinere Fasern auflösen. Innerhalb der einzelnen Korneaschichten verzweigen sich diese Fasern und bilden verschiedene Plexus, nur in der Descemet'schen Membran und dem Endothel scheinen die Fasern einzeln zu bleiben. Von dem subepithelialen (Cohnheim) oder intraepithelialen (Dogiel) Geflechte aus steigen dann zahlreiche feine Fädchen zwischen die Epithelzellen und enden dort oder, wie Cohnheim behauptet, teilweise sogar aufserhalb des Epithels „in der kapillaren, präkornealen Flüssigkeitsschicht“ in Knäueln oder „knopfförmigen Anschwellungen“. Jedenfalls trägt das Epithel die letzten und feinsten Nervenendigungen und ist dementsprechend auch der Sitz des feinsten Gefühles.

Nach meinen Beobachtungen haben wir nun in Übereinstimmung mit dem anatomischen Bau der Kornea an dieser zwei Arten von Empfindlichkeit zu unter-

scheiden, eine feinere, die ich als Schmerzempfindlichkeit bezeichnen will, die sich auch bei leiser Berührung der Kornea als ein unangenehmes, schmerzartiges Gefühl äufsert, auf welches die Lidmuskulatur sofort mit unwillkürlichem Lidschlufse, die Thränendrüse mit vermehrter Sekretion reagiert, und eine grobe Druckempfindlichkeit, wie sie sich etwa auch bei Berührung empfindlicherer Stellen der Körperoberfläche manifestiert. Die erstere, die Schmerzempfindlichkeit, scheint mir ausschliefslich, oder doch fast ausschliefslich, an die feinen Nervenendfasern des Korneaepithels gebunden, die Druckempfindlichkeit aber den Nerven der vorderen Parenchymschichten eigen zu sein. Berührt man mit dem Sondenknopfe im Bereiche eines Epitheldefektes die Kornea, so wird, wie ich das u. a. in dem dritten der früher von mir (311) mitgeteilten Fälle beobachten konnte, diese Berührung von dem Patienten zwar als solche empfunden und angegeben, meist aber erst auf Befragen und ohne dafs dabei eine reflektorische Aktion der Lidmuskeln sich bemerkbar machte. Berührt man aber gleich daneben das intakte Epithel, so zeigt sich eine hochgradige Empfindlichkeit sofort auch objektiv durch die prompte Reaktion der Schliefsmuskeln. Auch Cohnheim (50) beobachtete schon, dafs „die selbst unsanfte Betastung der Kornea sogleich erträglich“ wird, „sobald die vorderste Gewebslage abgetragen ist,“ und damit stimmt auch die Wahrnehmung, dafs bei Kalkverletzungen die Schmerzempfindung sehr bald erlischt, meist schon nach einigen Stunden (soweit sie nicht etwa sekundär durch die hier ja nicht in Betracht kommende Chemosis, Erosionen etc. der Konjunktiva unterhalten wird), wenn nur erst einmal die flottierenden Epithelfetzen abgestofsen sind, und dafs die in gröfserer Ausdehnung frei liegende, übrigens aber ziemlich intakte Parenchymschicht keine nennenswerte Schmerzhaftigkeit verrät. Ebenso giebt Szili (145) an, dafs beim Entfernen von Fremdkörpern aus der Kornea „nur der Beginn der Operation meist schmerzhaft“ sei „wegen der oberflächlichen Nervenendigungen“. Andererseits stöfst sich zwar das mit Kalk getrübte Epithel regelmäfsig ab, regeneriert sich aber auch unter sonst günstigen Umständen meist sehr leicht und schnell wieder, während die mitzerstörten Nervenendigungen einer erheblich längeren Zeit zu ihrer Restitution bedürfen.

Daher ist es ja wohl sicher, dafs dort, wo im Bereiche der Kornea eine komplete Anästhesie besteht, wo also auch die grobe Druckempfindlichkeit aufgehoben ist, eine tiefer gehende Gewebeläsion angenommen werden mufs, die allerdings keine Aussicht auf eine Restitutio in integrum mehr bietet. Aber auch schon bei einer Aufhebung nur der Schmerzempfindlichkeit, also bei einer blofsen Epithelzerstörung, wobei sich ja objektiv eine Empfindlichkeit nicht mehr feststellen läfst, geben die meist etwas indolenten und an den normalen Korneareiz gewöhnten Patienten sehr häufig an, dafs sie eine Berührung nicht mehr fühlten. Nun sind aber, wie wir oben sahen, die einzelnen Kalktrübungen in der Regel noch von einer Randzone umgeben, in

der nur das Epithel zerstört, in der also die Schmerzempfindlichkeit aufgehoben ist und nur noch grobe Druckempfindlichkeit besteht, und auch diese kann dort sogar noch verschwinden, wenn das neue Epithel zu schnell wieder darüber wächst, und die Nervenendigungen desselben, die dazu einer längeren Zeit zu bedürfen scheinen, sich noch nicht regeneriert haben. Ein solches Verhalten beobachtete ich z. B. in dem zweiten der früher (311) von mir mitgeteilten Fälle. Trotzdem nun für diese Bezirke in der ersten Zeit meist Anästhesie angegeben wird, können dieselben doch ihre normale Perlucidität wieder erlangen. Ebenso können sich aber auch an anderen Stellen wieder unter dem erhaltenen, schmerzempfindlichen Epithel noch nachträglich durch sekundäre Infiltrate neue dauernde Trübungen etablieren. Dementsprechend beobachtet man meist, dafs das Areal der unempfindlichen Zone bei einer frischen Kalkverletzung sich allmählich einengt und mit ihm die Ausdehnung der Trübung, gelegentlich aber wird auch einmal das Gegenteil wahrgenommen, sodass also die Anästhesie keinen zuverlässigen Anhaltspunkt für die Prognose liefert.

Zutreffender, wie nach der Anästhesie, ist vielleicht die Prognose nach dem Aussehen der betreffenden Stellen, das von DE GOUVÊA (60) in dem einen Falle als kreideartig und matt, in dem anderen als rauchig getrübt und mehr glänzend bezeichnet wird, während GÜHMANN (136) von einer Opacitas porcellanica und einer Opacitas vitrea spricht, von denen die letztere die besseren Chancen biete. Im allgemeinen hat man aber für die Prognose in den einzelnen Fällen so wenig sichere Anhaltspunkte, dafs man, wie schon erwähnt, gut daran thut, mit derselben recht vorsichtig zu sein.

VI. Statistik und Kasuistik. Unfallversicherung. Prophylaxe.

Unter den mancherlei Verletzungen, die beim Sehorgane beobachtet werden, nehmen diejenigen mit Kalk und dergl., wie bereits wiederholt erwähnt wurde, schon deshalb eine bemerkenswerte Stellung ein, weil sie nicht so sehr selten sind und weil ihr Ausgang auch in den günstigeren Fällen meist ein für den Betroffenen wenig erfreulicher ist. Solcher Kalkverletzungen kommen alljährlich in jeder Klinik und bei jedem einigermafsen beschäftigten Augenarzte mehrere zur Beobachtung, in der Hirschberg'schen Klinik (129) in 13 Jahren zwar nur 14, aber allerdings schwerere Fälle, in Lyon (231) jedoch in 13 Jahren 26, in Halle (292) in 2 Jahren 6, in Bonn[1]) in 22 Jahren 48 und in der Schweigger'schen Klinik (291) in $1^1/_2$ Jahren sogar 43 (einschliefslich der ambulant behandelten) Fälle. Vose Salomon in Birmingham (44) fand in 4 Jahren bei 891 Augenverletzungen 22 Anätzungen durch Kalk und Säuren, Leonard in Bristol (44) in 10 Jahren bei 1922 Augenverletzungen 94 durch Anätzungen dieser Art, Seidelmann (93) in der Cohn'schen Augenklinik unter 223 Fällen einseitiger Augenverletzung 7 durch Kalk, Szili (145) unter 1093 Augenverletzungen (davon 62 % Korneaverletzungen) 41 = 3.75 % Verbrennungen und Verätzungen, und Hoppe (306), der das reichhaltige Material der Rheinisch-Westfälischen Baugewerksberufsgenossenschaft während der Zeit vom 1. Januar 1886 bis Ende 1894, also während 9 Jahre, bearbeitete, giebt an, dafs unter 282 Fällen von Augenverletzungen schwererer Art (es sind nur diejenigen Fälle angeführt, in denen die Erwerbsfähigkeit noch nach der

[1]) Die Angaben über die in den Jahren 1874—1896 in der Bonner Universitäts-Augenklinik bei den stationären Patienten beobachteten Augenverletzungen verdanke ich der Güte meines verehrten Kollegen, des Herrn Dr. von Wiser, I. Assistenten an jener Klinik.

13. Woche beschränkt war) 140, also nahezu 50 %, durch Kalk und Mörtel verursacht waren.

Von den 362 Augenverletzungen, die Blessig (256) zusammengestellt hat, kamen 42 = 10.3 % auf Verbrennung und Verätzung, davon 15 auf flüssiges Metall, 3 auf Säuren und 10 auf Kalk. Schmidt (299) fand unter 1520 schweren Verletzungen, die in der Universitäts-Augenklinik in Giefsen behandelt worden waren, sogar 97 Fälle von „Kalkverbrennung", und nach der Statistik des Reichsversicherungsamtes für das Jahr 1887 entfiel von 15970 Augenverletzungen überhaupt das gröfste Kontingent mit 3194 Verletzungen auf die Baugewerksberufsgenossenschaften und darunter waren 60 Fälle von thermischer und chemischer Augenbeschädigung. Bei sämtlichen Berufsgenossenschaften waren in jenem Jahre 209 derartige Beschädigungen vorgekommen und bei diesen war in 64 Fällen die Sehkraft des betroffenen Auges vollständig verloren gegangen. Der starke Anteil, den das Baugewerbe an diesen Zahlen hat, zeigt, dafs in den letzteren ein ganz erheblicher Prozentsatz von Kalkverletzungen enthalten ist.

Augenbeschädigung durch Kalk, Mörtel, Cement u. dergl., die zu einer meist erheblichen und dauernden Beeinträchtigung der Funktion des Sehorganes führen, sind also keineswegs seltene Vorkommnisse und ereignen sich in der Regel bei der handwerksmäfsigen Verarbeitung der genannten Materialien. Sie betreffen also, wie die anderen zumeist durch den Erwerb herbeigeführten Augenverletzungen, vorzugsweise die Arbeiter, und zwar die Männer, in Ausübung ihrer erwerblichen Thätigkeit, kommen aber auch bei Nichtarbeitern, Frauen und Kindern vor. Magnus (165) fand unter 3204 Jugendblinden 53, die durch eine Verletzung in der Jugend auf beiden Augen zugleich erblindet waren, und unter diesen 13 oder 28.26 %, bei denen die Ursache eine „Verbrennung" war, nach ihm „nächst den Explosionen", die er mit 32.6 % angiebt, die häufigste Veranlassung „der doppelseitigen Verletzungsblindheit der Jugendzeit". Magnus giebt zwar nicht an, wie viele Fälle davon auf eine Kalkverletzung zurückzuführen waren, doch sagt er ausdrücklich, dafs, während in den ersten zwei oder drei Lebensjahren „ein Sturz ins Feuer, in heifse Asche, das Übergiefsen mit siedenden Flüssigkeiten u. dergl. die Zerstörung der Augen herbeiführe — in der zweiten Hälfte der Kinderzeit und in dem darauf folgenden Knaben- und Jünglingsalter die Verletzung mit Kalk in den Vordergrund" trete. Szili (145) beobachtete unter seinen 41 Fällen von Verbrennung und Verätzung der Augen 31 bei Arbeitern und 10 bei Nichtarbeitern und Kindern, und v. Klein (291) fand unter 1240 Fällen von Augenverletzungen 927 Männer, 200 Frauen und 13 Kinder. Davon betrafen 115 Fälle (= 134 Augen) Bau-, Erd- und Steinarbeiter, während bei den Frauen 10 Fälle von Verbrennung und Verätzung (1 mit Kalk) und bei den Kindern 3 gleiche Fälle (1 mit Kalk) vorkamen. Landesberg (96) beobachtete unter 118 Augenverletzungen 99 bei Männern

und 19 bei Frauen (darunter 1 mit Kalk). Dafs gelegentlich auch eine Frau als Arbeiterin in die gleiche Lage kommen kann, zeigt ein in den Wiener Krankenhaus-Berichten 1860, p. 231 mitgeteilter Fall: Eine 16jährige Tagelöhnerin, die bei Bauarbeiten Handlangerdienste leistete, was in einigen Gegenden häufiger vorkommen soll, war mit einem Fasse Mauermörtel gestürzt und hatte sich dabei beide Augen schwer verletzt.

Von den Arbeitern nun sind es naturgemäfs wieder die im Baugewerbe beschäftigten, die am häufigsten Kalkverletzungen erleiden. Coccius (64) fand im Jahre 1868 unter 171 Handwerkern mit Augenverletzungen überhaupt 20 Maurer und im Jahre 1869 unter 186 Handwerkern 23 Maurer. Von den oben erwähnten 209 Fällen von Verbrennung und Verätzung, die die Statistik des Reichsversicherungsamtes aufzählt, kamen 60, also etwa 30 %, auf Bauhandwerker, und zwar werden das zumeist Kalkverletzungen gewesen sein, da die Beschädigungen durch Hitze und Säuren bei diesen Leuten verhältnismäfsig selten vorkommen. Nach der Zusammenstellung Hoppe's (306) stellten die Maurer durchschnittlich dar: $^1/_3$ aller bei der Berufsgenossenschaft Versicherten, aber $^{10}/_{17}$ aller Verletzten und sogar $^2/_3$ aller an den Augen Verletzten, zeigten sich also besonders stark gefährdet hinsichtlich des Sehorganes. Von sämtlichen 282 Augenverletzungen der Zusammenstellung Hoppe's waren, wie schon oben erwähnt, 140, also die Hälfte, nur durch Kalk und Mörtel verursacht, und von diesen 140 entfielen 122 auf Maurer und Verputzer, 12 auf Anstreicher und Tüncher, 3 auf Dachdecker und je 1 auf Steinbrecher, Zimmerer und Klempner. Von den 20 Verletzungen beider Augen aber waren sogar $^3/_4$ (12 Maurer, 2 Anstreicher, 1 Dachdecker) auf Kalk und nur $^1/_4$ auf Steinsplitter bezw. Pulver zurückzuführen. An den oben (p. 136) erwähnten 48 Kalkverletzungen, die in der Bonner Universitäts-Augenklinik behandelt wurden, waren beteiligt 22 Maurer und Verputzer, 8 Ackerer, 3 Maschinisten und Heizer, 3 Bergarbeiter, 3 Schüler und je 1 Anstreicher, Tagelöhner, Tischler, Viehwärter, Weber, Fuhrmann, Aufseher und Wirt.

Von den 14 Kalkverletzungen der Hirschberg'schen Klinik (129) waren 3 beim Löschen von Ätzkalk, 5 durch gelöschten Kalk, 3 durch Kalkmörtel, 1 durch Sturz in eine Kalkgrube, 1 durch Cement und 1 durch Putzkalk entstanden; von den in der Klinik von Lyon (231) beobachteten 26 Fällen waren 4 auf Ätzkalk zurückzuführen und von den durch Hoppe (306) zusammengestellten 140 Fällen 64 auf Verputzarbeit an Decken und Wänden, 26 auf Kalktransport und 19 auf Mörtel- und Kalkbereitung. Im übrigen mufs man den Angaben, die sich auf die chemische Natur der Verletzungsursache beziehen, etwas vorsichtig gegenüberstehen, da in den Berichten der Verletzten und damit in den Krankenjournalen die Bezeichnungen Ätzkalk, gebrannter Kalk, gelöschter Kalk etc. verwechselt und unrichtig angewandt werden. Ich selbst beobachtete nur einmal eine Ver-

letzung mit Cement und eine mit Stuck (Gemenge von gelöschtem Kalk und Gips), in allen anderen Fällen war die Ursache Kalkbrei oder Maurermörtel.

Der gebrannte Kalk scheint im allgemeinen nur selten die Ursache zu Augenverletzungen abzugeben, was wohl daran liegt, dafs er meist in gröfseren Stücken verarbeitet wird. Dafs die Arbeiter mit dem Ätzkalke vorsichtiger umgingen, wie das Praun (315) behauptet, habe ich niemals beobachten können. Mit der zunehmenden Verarbeitung des Ätzkalkes in Pulverform (Sackkalk) wird jedoch auch die Anzahl der durch ihn hervorgerufenen Augenbeschädigungen steigen. In Nantes, wo der Sackkalk von Arbeitern auf den Schultern in Schiffe geladen wird, sind Augenverletzungen mit Ätzkalk schon seit längerer Zeit und ziemlich oft beobachtet worden. Am häufigsten entsteht aber naturgemäfs eine Kalkverletzung der Augen durch Mauermörtel, Kalkbrei oder Kalkmich.

Ist auch in den meisten Fällen der Beruf die Veranlassung zu einer solchen Verletzung, so braucht das doch keineswegs die eigene Berufsthätigkeit zu sein. Nach der wiederholt erwähnten Zusammenstellung Hoppe's (306) waren von den 282 Augenverletzungen bei Bauhandwerkern, von denen 187 Maurer waren, nur 214 durch eigene Arbeit, 68 aber durch die Thätigkeit der Arbeitsgenossen und durch andere Umstände hervorgerufen worden. Es waren also 24 %, d. h. fast $^1/_4$ aller Verletzungen nicht durch eigene Hantierung entstanden, und das ist ja namentlich beim Kalke und beim Mörtel, die so vielfach umherspritzen und über dem Kopfe verarbeitet werden, leicht verständlich. Bei den 20 Verletzungen beider Augen, die Hoppe anführt und von denen allein 15 durch Kalk hervorgerufen waren, kamen sogar nur 2 auf eigene Thätigkeit.

Aber auch noch aus ganz anderen Ursachen, als wie sie die eigene Berufsthätigkeit oder die der Arbeitsgenossen abgiebt, können Kalkverletzungen entstehen. So befanden sich unter den oben erwähnten 68 Fällen Hoppe's auch solche, die auf „Zufall, Bosheit oder unberechenbare Umstände" zurückzuführen waren. Seidelmann (93) fand unter seinen 223 Fällen von Augenverletzungen überhaupt nur 63 durch Berufsthätigkeit, aber 40 durch Spielereien, 13 durch Leichtsinn und Mutwillen und 14 durch Bosheit und Rohheit und unter den letzteren 67 Fällen auch solche mit Kalk. Dafs gerade durch Spielen mit ungelöschtem Kalk, so namentlich auch durch das Löschen desselben in einer geschlossenen Flasche mit nachfolgender Explosion, recht häufig Kalkverletzungen des Auges hervorgerufen werden, ist ja bekannt. In solchen Fällen ist, da es sich dabei meist um Kinder handelt, die von der Gefahr keine Ahnung haben, die Verletzung meist eine schwere. Unter den Beschädigungen des Auges bei Kindern, die schliefslich zur vollständigen Erblindung führten, fand Magnus (165) 28.26 % durch Verbrennung entstandene. Kalkverletzungen des Auges, die

auf Mutwillen oder Rohheit zurückzuführen waren, habe ich kurz hintereinander 2 beobachtet, von denen ich eine bereits früher (311) beschrieben habe.

Auch Mackenzie (9) behandelte einen 13jährigen Knaben, dem absichtlich eine Quantität Mörtel in's linke Auge geworfen worden war, ähnlich wie in dem erwähnten, von mir mitgeteilten Falle, und Pagenstecher (Mitteilungen aus Wiesbaden, II, p. 113) berichtet von einem analogen Vorkommnis, bei dem einem Tünchermeister das linke Auge absichtlich mit Kalk beschädigt wurde. Ebenso giebt Cohn (244) an, dafs er Kalkverletzungen auch aus Bosheit habe entstehen sehen.

Aber nicht nur aus Spielerei, Mutwillen oder Bosheit sind solche Verletzungen hervorgerufen worden, sondern sogar zu Zwecken der Verteidigung und Notwehr. Heutigen Tages dürfte das allerdings kaum mehr vorkommen, im Mittelalter scheint man sich aber dieses Mittels nicht so ganz selten bedient zu haben, ähnlich wie in den Kriegen der neueren Zeit gelegentlich auch noch kochendes Wasser, heifses Öl und brennendes Petroleum eine Rolle spielten. So berichtet Barthold in seiner Geschichte der Stadt Soest, dafs, als Dietrich von Moers, Kurfürst-Erzbischof von Köln, in seinem Streite mit Johann von Cleve, in der sogenannten Soester Fehde, am 20. Juli 1447 jene Stadt mit Sturm zu nehmen versuchte, die Soester den stürmenden Truppen u. a. Gefäfse mit zerstofsenem Kalke auf die Köpfe schleuderten, wodurch „Unzählige mit geblendeten Augen von den hohen Leitern in den Graben hinabtaumelten".

Auch aus Rache sind bisweilen Kalkverletzungen der Augen vorgekommen, weniger bekannt dürfte es aber sein, dafs dieselben in gewinnsüchtiger Absicht künstlich hervorgerufen werden. In einem westfälischen Bezirke in der Nähe von D. wird in den dort zahlreichen Drahtziehereien Kalkwasser in gröfseren Mengen dazu benutzt, um den Eisendraht, der glühend in dasselbe eingetaucht wird, geschmeidiger zu machen und vor dem schnellen Rosten zu schützen. Gelegentlich machte man wohl einmal, als man in einen der vielen Gebirgsbäche, an denen jene Gegend so reich ist, das Kalkwasser ablaufen liefs, die Wahrnehmung, dafs die Fische dadurch teils geblendet, teils sofort getötet wurden, auf jeden Fall bald an die Oberfläche kamen und dort unschwer gefangen werden konnten. Seitdem wird nun dort von den Arbeitern, denen ja der Kalk leicht zugänglich ist, damit in so ausgedehntem Mafse Fischfrevel verübt, dafs trotz aller Bestrafungen die wertvollen Forellenbäche jener Gegend jetzt nahezu vollkommen verödet sein sollen.

Aber nicht nur bei Tieren, sondern gelegentlich auch bei Menschen sind derartige absichtliche Verletzungen und sogar Selbstverletzungen des Auges mit Kalk aus gesetzwidrigen Motiven hervorgerufen worden. So berichten Zander und Geissler (44, p. 504, 531) von vollständigen Endemien selbsterzeugter Augenentzündungen bei Konskribierten und Rekruten,

die sich nach gemeinsamer Verabredung ätzende Substanzen, so u. a. auch Kalk, in den Bindehautsack gebracht hätten, wie auch von anderen Personen, die eine Augenentzündung simulieren wollten, Medikamente, welche eine cirkumskripte Verschorfung der Bindehaut oder Hornhaut bewirken, also z. B. Antimonbutter, roter Präcipitat, essigsaures Blei, namentlich aber Höllenstein, in Lösung oder in Substanz, dazu benutzt würden. Wenn auch weniger mit Kalk, so doch mit den anderen genannten und mit ähnlichen Stoffen, scheinen in der That Selbstverstümmelungen zu dem erwähnten Zwecke nicht so ganz selten vorzukommen, und es sei mir gestattet, an dieser Stelle noch einige Mitteilungen über den Gegenstand zu machen. v. Hippel (237) beschreibt einen Fall, in dem ein Patient, der von Jugend auf nur eine geringe Sehschärfe des rechten Auges besafs, sich mit 24 Jahren aus Furcht vor dem Militärdienste durch einen Feldscherer die rechte Kornea derartig mit einem Argentumstifte ätzen liefs, dafs er eine central gelegene, ca. 3 mm im Durchmesser zeigende, bis zur Descemet'schen Membran reichende, dunkelbraune Verfärbung zurückbehielt, welche die Pupille vollständig verdeckte. Auch Zander und Geissler (44, p. 530) berichten von einem französischen Chirurgen, der „längere Zeit hindurch dadurch gegen gute Bezahlung die jungen Mannschaften vom Militärdienst befreite, dafs er ihnen vor der Untersuchung mit dem Höllensteinstifte künstliche Hornhauttrübungen erzeugte." In Rufsland scheint das noch viel häufiger vorgekommen zu sein und noch vorzukommen. Da dort eine Sehschärfe von weniger wie $^1/_2$ auf dem rechten Auge vom Dienste im Heere befreit, so wird häufig, in der Regel durch Feldscherer, gerade auf diesem Auge Schwachsichtigkeit künstlich erzeugt, meist durch Ätzungen der Kornea mit Argentum nitricum, Kali causticum oder auch Ätzkalk, durch Blutegelbisse und nicht so selten sogar durch Beschädigungen der Hornhaut und Linse mit Stacheln, Messern u. dergl. Talko (121) fand im Jahre 1880 allein im Warschauer Bezirke 235 Militärpflichtige, die der Simulation oder künstlichen Erzeugung von Sehstörungen verdächtig waren und von denen bei 16 thatsächlich eine solche Selbstverstümmelung nachgewiesen wurde.

Wird nun auch jetzt in Deutschland wenigstens eine Selbstverstümmelung mit Kalk, um sich dadurch dem Militärdienste zu entziehen, wohl nur selten vorkommen, so halte ich es doch nicht für so ganz unwahrscheinlich, dafs vielleicht gelegentlich einmal der Versuch unternommen werden könnte, sich auf diese Weise z. B. in den Genufs der durch das Unfallversicherungsgesetz gebotenen Rente zu setzen. Ist das Mittel auch nicht ungefährlich, so ist es doch überall leicht zu erlangen und sein Erfolg ziemlich unverdächtig, zumal bei einem Bauhandwerker. Jedenfalls wird es sich empfehlen, sich im gegebenen Falle daran zu erinnern, dafs derartige Dinge, wie erwähnt, thatsächlich schon vorgekommen sind.

Von ganz besonderem Interesse ist nun bei den den meisten Kalkverletzungen folgenden dauernden Beeinträchtigungen des Sehvermögens, sofern es sich um eine unter das Unfallversicherungsgesetz fallende Person handelt, die Frage nach der dadurch erlittenen Erwerbseinbufse und der für diese zu beanspruchenden Unfallrente. Jedenfalls darf man bei den in Rede stehenden Verletzungen annehmen, dafs durchschnittlich 90 % und mehr der von ihnen Betroffenen unter die Bestimmungen jenes Gesetzes fallen, handelt es sich doch in der weitaus gröfsten Mehrzahl der Kalkverletzungen, wie wir sahen, um Handwerker und Tagelöhner, insbesondere um Bauhandwerker. In der oben schon erwähnten Statistik des Reichsversicherungsamtes für das Jahr 1887 findet sich die Angabe, dafs bei den 209 Fällen von Verbrennung und Verätzung des Auges in 27 Fällen völlige, in 165 teilweise und nur in 17 vorübergehende Erwerbsunfähigkeit eingetreten war. Da unter diesen Fällen ein erhebliches Kontingent ($^1/_4$—$^1/_3$) von Kalkverletzungen sich befand, so ist die für derartige Verletzungen alljährlich zu zahlende Rente gewifs keine kleine, wenn sie auch wohl nicht die ungeheure Höhe erreicht, wie beispielsweise die der Sektion 4 der Steinbruchsberufsgenossenschaft (214), die in dem Betriebsjahre 1886—87 allein für Augenverletzungen annähernd 300 000 M. betrug.

Nach § 1 Absatz 8 des Unfallversicherungsgesetzes vom 6. Juli 1884, nach den Bekanntmachungen des Reichskanzlers (Beschlüssen des Bundesrates) vom 22. Januar 1885, 27. Mai 1886 und 14. Januar 1888 und nach dem Bau-Unfallversicherungsgesetze vom 11. Juli 1887 sind u. a. alle Maurer, Tüncher, Verputzer, Stuckateure, Anstreicher, Zimmerleute etc., welche dauernd oder vorübergehend in dem Baugewerbe beschäftigt werden, versicherungspflichtig. Durch diese obligatorische Unfallversicherung erlangen die Versicherten unbeschadet ihres civilrechtlichen Schadenersatzanspruches gegen Dritte, bezw. gegebenen Falles gegen den Betriebsunternehmer, einen öffentlich rechtlichen Anspruch auf „Ersatz des Schadens, welcher durch Körperverletzung oder Tötung entsteht“ (U.-V.-G. § 5 Abs. 1), sofern derselbe auf einen „Unfall“ im Betriebe zurückzuführen ist. Als Körperverletzung gilt dabei nach § 223 des Str.-G.-B. „jede Einwirkung auf den Körper eines Menschen, durch welchen derselbe eine Störung des körperlichen Wohlbefindens erleidet“. In der Regel wird ja eine solche Körperverletzung naturgemäfs gewaltsam und plötzlich eintreten, doch fällt auch eine allmählich sich entwickelnde körperliche Beeinträchtigung, die ihre letzte Ursache in einem „Unfalle“ fand, unter den Begriff dieses Gesetzes, ebenso wie die sekundären Schädigungen, die etwa im Verlaufe der Behandlung auftreten, und eventuell der später erfolgende Tod, sobald der Kausalnexus mit dem „Unfalle“ sichergestellt ist. Eine Gewerbekrankheit dagegen, die durch den regulären Gewerbebetrieb nach und nach entstanden ist, wird nicht als Betriebsunfall anerkannt. Ein solcher setzt vielmehr stets „einen

ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Unfalle und dem Betriebe, sowie ein dem regelmäfsigen Gange des Betriebes fremdes, zeitlich bestimmtes Ereignis voraus, dessen Folgen für das Leben oder die Gesundheit schädlich sind" (v. Woedtke, Anmerkungen zum Unfallversicherungsgesetz; Berlin 1890). Für normale Folgen eines an sich ungesunden Betriebes, also für Gewerbekrankheiten, für Unfälle aufserhalb des Betriebes und für Betriebsunfälle nicht versicherungspflichtiger Personen sorgt dagegen die Krankenversicherung und die Invaliditäts- und Altersversicherung.

Des Weiteren setzt der Begriff eines Betriebsunfalles voraus, dafs der Verletzte denselben nicht etwa selbst vorsätzlich herbeigeführt hat. Im letzteren Falle würde dem Verletzten oder seinen Hinterbliebenen ein Anspruch auf Schadenersatz überhaupt nicht zustehen (U.-V.-G. § 5 Abs. 7). In vielen Fällen wird indessen der Nachweis, dafs es sich bei einem Unfalle um eine vorsätzliche Selbstbeschädigung handle, wohl kaum zu erbringen sein. Dafs aber eine solche Selbstbeschädigung vorkommen kann, ist seit dem Inkrafttreten des Unfallversicherungssgesetzes weniger unwahrscheinlich geworden und auch bei den Kalkverletzungen des Auges, wie bereits erwähnt, nicht ganz von der Hand zu weisen. Es ist immerhin doch wohl denkbar, dafs, wie die Militärpflichtigen, so auch gelegentlich einmal ein Unfallversicherter, um sich in den Besitz der Rente zu setzen, sein Auge selbst mit Kalk verletzen wird, zumal wenn dieses Auge, wie in dem Hippel'schen Falle, vielleicht schon an sich sehschwach ist und dann ja durch die Selbstverstümmelung keine oder nur eine geringe Einbufse erleiden würde.

Ganz fraglos kommt es aber, namentlich bei älteren Individuen, nicht selten vor, dafs sie, um sich in den Genufs einer Unfallrente zu setzen, den Heilungsverlauf absichtlich hindern. So berichtet Hoppe (306), dafs bei seinen 282 rentenberechtigten Augenverletzungen, von denen 140, also 50 %, durch Kalk und Mörtel hervorgerufen worden waren, 121 auf Leute zwischen dem 40. und 60. Lebensjahre entfielen, obschon nur ein sehr geringer Bruchteil der Bauhandwerker in diesem Lebensalter stand. Er erklärt das dadurch, dafs bei älteren Augen leichte Verletzungen eher schwere Folgen nach sich ziehen und dafs dieselben eine geringere Heilungstendenz verraten, namentlich aber auch dadurch, dafs die Augenverletzungen „nicht selten gerade von diesen Veteranen so lange hingezogen werden."

Dafs eine absichtliche Selbstbeschädigung und eine ebensolche Verschlimmerung der Folgen des Betriebsunfalles von den Wohlthaten des Unfallversicherungsgesetzes ausschliefsen, ist ein notwendiges Postulat, andererseits aber ist es nur billig, wenn in allen anderen Fällen, in denen der Unfallschaden in unverkennbarem kausalem Zusammenhange mit dem Betriebe eintrat, die Entschädigungspflicht anstandslos anerkannt wird. Mooren (239) meint zwar, indem er den Begriff „Unfall im Betriebe" sehr eng auf-

faſst, daſs „Verletzungen, hervorgerufen bei der Arbeit, aber zufällig durch die Thätigkeit des Nachbars, dem Versicherten eine Entschädigung nicht einbringen“ könnten, doch hat dem Hillemanns (289) mit Recht entgegengehalten, daſs es bei den Verletzungen ganz gleichgiltig sei, „ob sie durch einen nicht vorherzusehenden Zufall, durch eigene oder durch fremde Schuld (abgesehen vom dolus) entstanden“ seien, „wenn sie nur in erkennbarem Zusammenhange mit der Berufsthätigkeit“ stünden, und das Reichsversicherungsamt hat wiederholt in demselben Sinne sich für eine möglichst weitgehende Auffassung des Begriffes eines Betriebsunfalles entschieden, sodaſs weder die eigene grobe, aber absichtslose Fahrlässigkeit und die an sich strafbare Unterlassung vorgeschriebener Vorsichtsmaſsregeln, noch die Berufsthätigkeit oder der Leichtsinn oder der Mutwille der Mitarbeiter die Entschädigungsberechtigung des Verletzten an sich schmälern können. Wie notwendig aber eine solche Auffassung ist, erweist ja die oben citierte Zusammenstellung Hoppe's (306), wonach von den 282 Augenverletzungen bei Bauhandwerkern nur 214 durch eigene Arbeit hervorgerufen worden waren.

Hat nun ein Arbeiter in einem versicherungspflichtigen Betriebe einen Unfall erlitten, der ihn zu einem Schadenersatze berechtigt, so hat den letzteren bekanntlich in den ersten vier Wochen die Krankenkasse allein, von da an bis zum Ende der 13. Woche eventuell mit dem Unternehmer gemeinsam zu leisten. Dieser Schadenersatz besteht in freier ärztlicher Behandlung etc. und einem Krankengelde, welches in den ersten 4 Wochen die Hälfte des ortsüblichen Tagelohnes, von der 5. bis zur 13. Woche $^2/_3$ des durchschnittlichen Arbeitsverdienstes betragen soll. Vom Beginne der 14. Woche an geht die Fürsorge für den Unfallbeschädigten von der Krankenkasse auf die Berufsgenossenschaft über, welche sowohl die Kosten des weiteren Heilverfahrens, wie bei dauernder ganzer oder teilweiser Erwerbsunfähigkeit eine dem Grade der letzteren angemessenen Rente zu zahlen hat. Diese Rente beträgt nach § 5 Abs. 6 des U.-V.-G. 1. im Falle völliger Erwerbsunfähigkeit $66^2/_3$ % des Arbeitsverdienstes, 2. im Falle teilweiser Erwerbsunfähigkeit einen Bruchteil der vorgenannten Rente, welcher nach Maſsgabe der verbliebenen Erwerbsfähigkeit zu bemessen ist.

Die Unfallrente ist also im höchsten Falle $^2/_3$ des rechnerisch zu ermittelnden durchschnittlichen und subjektiven Jahresverdienstes, wird aber in den meisten Fällen nur wieder ein Bruchteil dieses Bruchteiles sein. Man bezeichnet nun aber die maximale Rente ($= {}^2/_3 = 66^2/_3$ % des Arbeitsverdienstes) nicht als eine solche von $66^2/_3$ %, sondern als eine volle Rente, als eine Rente von 100 %, und infolgedessen bekommt ein Verletzter, dem eine Unfallrente von beispielsweise 50 % zugebilligt wurde, die Hälfte der vollen Rente, also 50 % von $66^2/_3$ % des Arbeitsverdienstes, also nur $^1/_3$ des letzteren. Nach den Bestimmungen des Unfallversicherungsgesetzes soll bei teilweiser Erwerbsunfähigkeit die Rente sich zur Vollrente von 100 %

(= $66^2/_3$ % des Arbeitsverdienstes) verhalten, wie die Erwerbseinbufse zur vollen Erwerbsfähigkeit. Setzt man also die letztere gleich 100, so giebt die Einbufse, in Prozenten der vollen Erwerbsfähigkeit ausgedrückt, zugleich ein Mafs für die zu beanspruchende Unfallrente. Zur Ermittelung dieser Einbufse wird man meist die Feststellung der noch verbliebenen Erwerbsfähigkeit notwendig haben, diese aber absolut zutreffend zu machen, begegnet in der Praxis oft grofsen Schwierigkeiten und setzt ein erhebliches Mafs verständiger Einsicht auf Seiten des Arztes voraus.

Bei den Beschädigungen des Sehorganes allerdings, bei denen die Erwerbsherabsetzung ja vorzugsweise durch eine Verminderung der Sehschärfe, namentlich der centralen, bedingt wird, scheint die ziffermäfsige Ermittelung der erhaltenen Erwerbsfähigkeit und damit des Rentenanspruches relativ einfach, und in der That gelingt es auch zunächst mit unseren exakten Methoden in den meisten Fällen unschwer, das Mafs des nach einem Unfalle verbliebenen Sehvermögens objektiv und sicher festzustellen, nur mufs man dabei vor den gerade bei versicherungspflichtigen Unfallbeschädigten so häufigen Simulationen und Aggravationen auf der Hut sein. Schwierig wird die Sache aber sofort, wenn man es versucht, von der ermittelten Beeinträchtigung des Sehvermögens einen zutreffenden Rückschlufs auf die erlittene Herabsetzung der Erwerbsfähigkeit zu machen. Es geht keineswegs an, die letztere so ohne weiteres mit der ermittelten Sehschärfe in Parallele zu setzen. Vielmehr ist dabei noch eine ganze Reihe anderer Faktoren in Rechnung zu ziehen, so neben der centralen Sehschärfe auch die periphere, die Gröfse des Gesichtsfeldes, das binokulare Sehen, die Beweglichkeitsdefekte, der Zustand des unverletzten Auges, die Anforderungen, die der bisherige oder ein möglicher neuer Beruf an das periphere oder an das binokulare Sehen stellen u. s. w. Es sind nun unter Berücksichtigung einzelner oder mehrerer dieser Faktoren von verschiedenen Autoren Formeln zur Berechnung der Erwerbseinbusse aufgestellt worden, auf die ich weiter unten zurückkommen werde, doch ist, was bei der Schwierigkeit der Materie begreiflich erscheint, ein allgemeines Einvernehmen darin noch nicht erzielt worden.

Einfach und einwandsfrei liegt die Sache dann, wenn, was bei den Kalkverletzungen glücklicherweise nicht allzu oft vorkommt, bei dem Unfalle die Augen in einem solchen Grade verletzt werden, dafs auf beiden das Sehvermögen auf 0 oder doch auf ein Mafs herabsinkt, welches in erwerblicher Beziehung der Amaurose gleichkommt. In dem Falle gilt der Verletzte als vollständig erwerbsunfähig, bekommt also noch 13 Wochen die volle Unfallrente von 100 %, d. h. $^2/_3$ des Arbeitsverdienstes.

Auch dann noch ist die Frage nach dem Mafse der erlittenen Erwerbsbeeinträchtigung relativ einfach zu beantworten, wenn infolge eines Unfalles die Sehkraft eines Auges ganz oder so gut wie ganz verloren geht, während das andere Auge unbeschädigt bleibt und zugleich volle Funktionsfähigkeit

in erwerblichem Sinne besitzt. In einem solchen Falle wurde in den ersten Jahren nach dem Inkrafttreten des Unfallversicherungsgesetzes die Erwerbseinbufse mit einer Rente von 50 %, also mit 1/3 des Arbeitsverdienstes, bewertet, neuerdings ist aber diese Rente auf Grund der Entscheidungen des Reichsversicherungsamtes auf 33 1/3 % reduziert. Aber selbst diese Rente ist, vorausgesetzt, dafs das andere Auge noch volle erwerbliche Sehkraft besitzt, in vielen Fällen noch reichlich hoch bemessen und kann, wie Groenouw (303) mit Recht hervorhebt, allenfalls gelten für „Berufsarten, welche besondere Ansprüche an das körperliche (binokulare) Sehen stellen, oder beim Vorhandensein besonders ungünstiger Momente, z. B. höheren Alters oder endlich in der ersten Zeit nach dem Verluste eines Auges, bis sich der Verletzte an das Sehen mit einem Auge gewöhnt hat."

Sehr oft wird aber mit dem Verluste eines Auges bei voller erwerblicher Sehschärfe des anderen eine Beeinträchtigung der Erwerbsfähigkeit überhaupt nicht verbunden sein. So konnten nach dem Berichte der Knappschafts-Berufsgenossenschaft Sekt. IV (Halle) im Jahre 1888 (306) von den in den zugehörigen Betrieben beschäftigten 171 Einäugigen noch 154 oder 90 % die frühere Arbeit bei gleichem Lohne verrichten und nach einer späteren Aufstellung derselben Berufsgenossenschaft (278) hatten von 117 Personen, die im Betriebe einäugig geworden waren, nur 6 die bisherige Arbeit verlassen und zwar freiwillig und nicht wegen behinderter Erwerbsfähigkeit oder aus Furcht vor vollkommener Erblindung. Von den übrigen 111 hatten 65 die frühere Arbeit bei vollem Lohne nach einiger Zeit wieder fortsetzen können, bei 43 war eine Erwerbseinbufse von 6—33 1/3 %, im Durchschnitte von nur 16 %, eingetreten und bei 48 von 62 Fällen war sogar nachträglich wieder eine Verbesserung der optischen Verhältnisse erfolgt. Diese Zahlen ergeben aber, wie Groenouw (303) bemerkt, auf die 111 Arbeiter verteilt, eine Erwerbseinbufse von durchschnittlich nur 6 %. Ähnlich fand Magnus (295) bei 261 einäugigen Arbeitern im Bezirke der Schlesischen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft einen Minderverdienst von durchschnittlich nur 9.57 %.

Kann demnach auch gelegentlich wohl ein Einäugiger in seinem Erwerbe beeinträchtigt sein, weil er seinem Berufe nicht mehr oder nicht mehr in dem bisherigen Umfange obliegen kann, oder mufs er eine Thätigkeit aufgeben oder vermeiden, die sein noch gesundes Auge in Gefahr bringen könnte, so ist doch im allgemeinen bei dem Verluste der Sehkraft nur auf einem Auge die Notwendigkeit eines Berufswechsels eine seltene und die Reduktion der Erwerbsfähigkeit eine relativ geringe. Zu der Verminderung der Arbeitsfähigkeit kommt allerdings noch, wie Groenouw (l. c.) mit Recht hervorhebt, eine solche der „Konkurrenzfähigkeit" hinzu, da „unter gleichen Bedingungen jeder Arbeitgeber einen Menschen mit zwei gesunden Augen einem schwachsichtigen oder einäugigen vorziehen" wird, zumal wenn mit dem letzteren Fehler noch „eine stärkere Entstellung des äufseren Aus-

sehens“ verbunden ist. Aber auch wenn man diesen Faktor mit in Rechnung zieht, den Groenouw mit 5—10 %, Magnus mit 12 % bewertet wissen wollen, so mufs man doch Groenouw wieder beistimmen, der wenigstens für solche Berufsarten, die keine besonderen Anforderungen an das binokulare Sehen stellen — und dazu gehören ja wohl die meisten der bei Kalkverletzungen in erster Reihe in Betracht kommenden Bauhandwerker — eine Rente von 25 % im ersten Jahre und von nur 20 % nach Ablauf desselben für durchaus hinreichend hält. Groenouw geht dabei von der richtigen Erwägung aus, dafs eine allmähliche Angewöhnung des Verletzten an die Einäugigkeit und damit eine Besserung des erwerblichen Sehvermögens eintrete. Dafs er darin recht hat, beweisen ja jene Fälle, in denen auf einem Auge von Jugend auf ein mehr oder minder erheblicher Grad von Sehschwäche bestanden hat, ohne dafs die Betreffenden dadurch verhindert worden waren, selbst einen solchen Beruf zu ergreifen, der ziemliche Anforderungen an das Sehvermögen stellt, ja bisweilen sogar ohne dafs sie lange Zeit von ihrem Sehfehler eine Ahnung gehabt hatten.

Die letztere Thatsache wurde nicht so selten beobachtet, von mir u. a. in folgenden drei Fällen: Ein Malermeister, der anscheinend von Jugend an auf dem linken Auge hochgradig amblyopisch war, bemerkte diesen Fehler zum erstenmale, als er im 16. Lebensjahre einen Kameraden mit dem linken Auge beim Scheibenschiefsen zielen sah und es versuchte, das nachzumachen. Sein Sohn, der den Beruf seines Vaters ergriffen hatte, litt genau an dem gleichen Fehler, auf demselben Auge und fast ebenso stark, erfuhr das selbst aber erst als er zum Zwecke der Rekrutierung untersucht wurde, und ein Student der Chemie, der anscheinend auch schon von Jugend an einen starken Astigmatismus, eine Macula corneae paracentralis und infolge dessen eine ziemlich starke Amblyopie des rechten Auges ($V = {}^{20}/_{200}$) besessen hatte, wurde seinen ihm bis dahin unbekannten Fehler mit Erstaunen erst gewahr, als er zum erstenmale Zucker mit dem Polarisationsapparate untersuchen und dazu gegen seine sonstige Gewohnheit des rechten Auges sich bedienen wollte.

Daraus geht also hervor, dafs zwar, wie wir schon oben sahen, in einzelnen, selteneren Fällen der Verlust eines Auges einer Erwerbsbeschränkung bis zu $33\,{}^1/_3$ % entsprechen, dafs die letztere aber vielfach auch gleich Null sein kann, erst recht dann, wenn etwa das verletzte Auge schon vor dem Unfalle erheblich amblyopisch war, so dafs der ganze Schaden fast ein lediglich kosmetischer ist. Einseitige, mehr oder minder ausgeprägte Amblyopie kommt aber erfahrungsgemäfs sehr häufig vor, ist, wie wir an den erwähnten drei Fällen sahen, den betreffenden Personen manchmal selbst ganz unbekannt oder doch wenigstens für sie in keiner Weise hinderlich, macht sich vielfach bei der äufseren Augenuntersuchung

nicht so leicht bemerklich und wird namentlich nach einem Betriebsunfalle von den Verletzten fast stets in Abrede gestellt. Da in solchen Fällen ein alter Fehler des Auges neben der frischen Verletzung, besonders wenn diese durch Kalk herbeigeführt wurde, häufig nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen ist, so könnte daraus eventuell eine Übervorteilung der Unfallversicherung bezw. der Berufsgenossenschaft hervorgehen.

Eine solche Benachteiligung der zur Entschädigung verpflichteten Kassen braucht nicht einmal immer eine absichtliche zu sein, sie kann auch bona fide angestrebt werden, wenn der Verletzte sich seines Fehlers vor dem Unfalle gar nicht bewufst gewesen war. Es zeigen das u. a. die drei oben von mir angeführten Fälle, namentlich der des Malermeisters, auf den ich deshalb hier noch einmal zurückkommen möchte, weil der Betreffende selbst seine Sehschwäche auf eine Kalkverletzung zurückführt. Als der jetzt 58jährige Mann, der in seiner Jugend stets gesunde Augen gehabt haben will, im Alter von 15 Jahren mit dem Abschaben einer Zimmerdecke beschäftigt war, fiel ihm eine erhebliche Menge des alten Kalkanstriches in's linke Auge, wurde von ihm aber alsbald mit Wasser selbst wieder entfernt, ohne irgendwelche Folgen aufser einem vorübergehenden leichten Reizzustande zurückzulassen. Erst ein volles Jahr später bemerkte er zufällig, wie oben erwähnt, dafs er auf dem linken Auge nahezu blind war, und schrieb seitdem, bei dem Fehlen einer anderen ihm bekannten Ursache, die Sehstörung der vor einem Jahre erfolgten Kalkverletzung zu. Dafs diese aber nicht die Ursache gewesen sein kann, zeigte die äufsere Untersuchung seines Auges, an dem sich keine auffallende Veränderung wahrnehmen liefs. Die Kornea insbesondere war in ihrem ganzen Bezirke durchaus klar, nur die Pupille war etwas dilatiert und reagierte träge. Mit dem Keratoskope liefs sich indessen ein starker Astigmatismus feststellen und das Sehvermögen wurde durch Cylindergläser nicht unerheblich gebessert. Eine ophthalmoskopische Untersuchung des Auges wurde leider abgelehnt. Augenscheinlich war der Mann schon in seiner Jugend stark astigmatisch gewesen und daraus war dann durch Anopsie eine zunehmende Amblyopie entstanden. An der letzteren war der erwähnte Kalkinsult aber gewifs nicht schuld, denn einmal setzt ein alter Kalkanstrich, der ja nur aus kohlensaurem Kalke besteht, überhaupt gar keine Trübung, dann würde eine solche selbst nach so langer Zeit nicht spurlos verschwunden sein und endlich würde eine Beeinträchtigung des Sehvermögens eines bis dahin normalen Auges durch eine Kalktrübung dem Betreffenden sofort und nicht erst nach einem Jahre und zufällig aufgefallen sein. Jedenfalls war der Mann durch seine Sehstörung bisher in keiner Weise hinsichtlich seiner Erwerbsfähigkeit, für die das eine Auge vollkommen genügte, beeinträchtigt worden. Wäre nun aber bei dem Kalkinsulte in dem vorher schon fast unbrauchbaren linken Auge eine Trübung entstanden und wäre damals die Unfallversicherung schon in Kraft gewesen,

so hätte der Mann gewifs in gutem Glauben zwar, aber zu Unrecht Rentenansprüche erhoben.

Aber nicht nur bei der Verletzung eines schon vorher für die Erwerbsthätigkeit ganz oder fast nutzlosen Auges, sondern auch bei der eines bis dahin noch intakten, kann die Erwerbseinbufse eine sehr minimale sein und wird nur in sehr wenigen Fällen, wie das auch Magnus (271, 295) u. A. hervorgehoben haben, die vom Reichsversicherungsamte festgesetzte Höhe von $33^1/_3$ % erreichen. Dafs und warum aber die genannte Reichsanstalt an ihrer Auffassung auch im Gegensatze zu anderen Instanzen festhält, zeigt folgender Fall aus neuerer Zeit: Ein Schlosser hatte durch einen Betriebsunfall das rechte Auge verloren. Die Berufsgenossenschaft hatte ihm dafür in Anlehnung an die erwähnten Ausführungen von Magnus eine Rente von 15 % zugebilligt, und das Schiedsgericht hatte diese Entscheidung bestätigt, indem es ferner noch geltend machte, dafs nach den praktischen Erfahrungen seiner Mitglieder der Verlust eines Auges weder eine Lohnherabsetzung, noch eine Einschränkung des Arbeitsgebietes an sich bedinge und dafs die Gefahr, auch das andere Auge zu verlieren, und die gebotene Vorsicht durch Gewährung einer Rente von 15 % genügend ausgeglichen seien. Das Reichsversicherungsamt verwarf aber die Entscheidungen der Vorinstanzen und erhöhte die Rente auf $33^1/_3$ %, indem es annahm, dafs bei allen qualifizierten Arbeitern der Verlust eines Auges eine von $^1/_3$ Erwerbsunfähigkeit nicht wesentlich abweichende Schädigung bedeute. In seinen Gründen führt das Rekursgericht des weiteren aus, dafs die Einbufse der Fähigkeit, die Gegenstände nach ihrer Körperlichkeit wahrzunehmen und damit zugleich die Gröfsenverhältnisse und Entfernungen richtig abzuschätzen sowie die Minderung der Vollständigkeit des Gesichtsfeldes regelmäfsig eine mehr oder minder in's Gewicht fallende Behinderung der Arbeitsfähigkeit und damit eine Beschränkung der Erwerbsfähigkeit mit sich bringe, die auch in den Fällen bestehe, in denen der Lohn derselbe sei, wie vor der Verletzung; auch sei zu berücksichtigen, dafs manche Arbeitgeber eine Abneigung dagegen hätten, einäugige Arbeiter einzustellen und dafs deshalb ein solcher damit rechnen müsse, in einem nicht zu geringen Bruchteile von Fällen lediglich seiner Einäugigkeit wegen, obwohl für ihn passende Arbeitsgelegenheit vorhanden sei, als Bewerber um einen Arbeitsposten zurückgewiesen zu werden.

Obschon diese letztere Annahme, die, wie wir oben sahen, auch schon Groenouw (303) macht, keineswegs allgemein zutrifft — von den 117 Einäugigen der Knappschafts-Berufsgenossenschaft Sekt. IV (278) hatten ja nur 6, und diese freiwillig, die bisherige Arbeit aufgegeben — so ist sie doch für eine Minderzahl von Fällen nicht von der Hand zu weisen, in denen teils kosmetische Gründe, namentlich aber die Besorgnis eine Rolle spielen, dafs für den Einäugigen gegenüber dem Zweiäugigen die Gefahr totaler

Erblindung erheblich gröfser geworden sei, und aus demselben Gesichtspunkte wird auch von einigen Seiten eine Rente von $33^1/_3$ % oder gar eine noch höhere für den Einäugiggewordenen befürwortet. Hoppe (306) macht aber mit Recht darauf aufmerksam, dafs „Gefahr an sich — dies betrifft die Erblindungsgefahr im allgemeinen wie die erhöhte Erblindungsgefahr im besonderen — überhaupt keine Entschädigungsberechtigung nach dem Sinne des Unfallversicherungsgesetzes in sich schliefse, sondern nur ein wirklicher Verlust", und Groenouw (303) äufsert sich über diesen Gegenstand dahin, dafs „der Einäugige zwar darauf Anspruch habe, für den wirklich eingetretenen Verlust des zweiten Auges, nicht aber für die blofse ihm drohende Möglichkeit dieses Verlustes entschädigt zu werden". In Wirklichkeit ist überhaupt diese Möglichkeit viel geringer, als gemeiniglich angenommen wird. So hatte z. B. nach dem wiederholt erwähnten Berichte der Sekt. IV der Knappschafts-Berufsgenossenschaft (278) bis zum Jahre 1894 „von den 210 auf den Werken in Arbeit stehenden einäugigen Personen nicht eine einzige das zweite Auge eingebüfst". Magnus (131, 165) hat zwar behauptet, dafs bei den Einäugigen eine im Vergleiche zum Vorkommen der Einäugigkeit überhaupt unverhältnismäfsig hohe Erblindungsgefahr vorliege. Er begründet das dadurch, dafs nach seinen Ermittelungen bei Blinden aller Altersklassen (131), die durch eine Verletzung erblindeten, 67—82 % bereits vorher auf einem Auge blind gewesen seien und dass unter den Jugendblinden (165) infolge von Verletzung 30.26 % vorher schon Einäugige sich befunden hätten. Daraus folgert Magnus, dafs die erhöhte Erblindungsgefahr für den Einäugigen nicht allein dadurch erklärt werden könne, dafs „der Verlust eines Auges den Einäugigen schon blind macht, den doppeläugigen aber nicht", sondern dafs die Verletzungsgefahr für den Einäugigen unverhältnismäfsig hoch sein müsse und dafs für dieselbe zwei Faktoren in Betracht kämen, „die Beschränkung des Gesichtsfeldes und die Neigung des Einäugigen, das noch sehende Auge dem ihn beschäftigenden Gegenstande etwas mehr zuzuwenden". Diese beiden Faktoren haben ja gewifs einige Bedeutung für die Gröfse der Verletzungs- und Erblindungsgefahr des Einäugigen, die von Magnus angegebenen Prozentzahlen aber beweisen nur, was auch auf der Hand liegt, dafs unter den durch eine Verletzung Erblindeten eine grofse Anzahl das Sehvermögen beider Augen zu verschiedenen Zeiten eingebüfst hatte, beweisen also wohl eine erhöhte Erblindungsgefahr des Einäugigen, weil er eben nur noch ein Auge zu verlieren hat, nicht aber eine erhöhte Verletzungsgefahr, die ja aus den oben erwähnten Gesichtspunkten wohl hergeleitet werden kann, die aber keineswegs in dem Mafse besteht, wie Magnus das annimmt.

Viel diskutiert ist neuerdings die Frage, ob etwa allgemein oder bei bestimmten Berufsarten oder unter besonderen Verhältnissen das eine Auge gefährdeter sei, wie das andere, und ob nicht infolgedessen die Entschädigungs-

rente höher zu bemessen sei, wenn zufällig das Sehvermögen des minder gefährdeten Auges verloren geht und damit die Gefahr vollständiger Erblindung steigt. Trompetter fand bei 674 Hornhautbeschädigungen 355 mal das linke, 319 mal das rechte Auge beteiligt; Cohn (244) beobachtete bei 57 unheilbaren Verletzungen der Augen von Metallarbeitern 36 auf dem linken, 18 auf dem rechten, 3 auf beiden Augen; Ottinger (274) konstatierte in Mannheim auf 602 Verletzungen des linken Auges nur 398 des rechten; auch v. Klein (291) fand eine stärkere Beteiligung des linken Auges bei Verletzungen; Hillemanns (289, 305) behauptet, dafs zwar für Eisensplitter das Verhältnis der Verletzungen ungefähr gleich sei, dafs aber bei Steinsplittern zwei linke auf eine rechte Verletzung kämen; Nieden (296) beobachtete folgende Zahlen: bei Bergarbeitern kamen auf 48.8 % Verletzungen links 51.2 % rechts, dagegen bei Eisenhüttenarbeitern auf 56 % links 44 % rechts und, sofern es sich um den Verlust eines Auges handelte, sogar 70.8 % links und nur 29.2 % rechts. Nach Ottinger (274) und v. Klein (291) soll die stärkere Beteiligung des linken Auges an Verletzungen sich bei rechtshändigen, die des rechten Auges bei linkshändigen Personen zeigen. Sie halten also ebenso wie Nieden (296) das linke Auge für gewöhnlich für gefährdeter und wollen deshalb einen Verlust des rechten Auges höher bewertet sehen. Auch Praun (315) meint, dafs „bei den beruflichen Verletzungen, besonders der Eisenindustrie, das linke Auge etwas häufiger befallen werde, wie das rechte".

Im Gegensatze dazu hatte Magnus früher (131) beobachtet, dafs in 30 Fällen von Ophthalmia sympathica traumatica, die zu vollständiger Erblindung geführt hatten, 22 mal zuerst das rechte und 8 mal zuerst das linke Auge (durch das Trauma) erblindet war. Bei seinen Jugendblinden (165) fand Magnus, „dafs von den 23 Einäugigen, welche durch Verletzung erblindet" waren, „17 zuerst das rechte und 3 zuerst das linke Auge verloren" hatten (bei drei Fällen fehlt die Angabe) und dafs unter 147 Fällen von Ophthalmia sympathica traumatica „87 mal das rechte und 60 mal das linke Auge zuerst erblindet" war. Auch Weidmann (198), Michel (223) und de Bovis (231) wollen eine gröfsere Verletzungsgefahr des rechten Auges gegenüber dem linken gefunden haben. Michel insbesondere behauptet, dafs zwar im Kriege mehr das linke, im Frieden aber mehr das rechte Auge betroffen werde. (Der erste Teil der Behauptung ist jedoch wohl nicht unbedingt richtig, da zwar im deutsch-französischen Kriege auf 54.3 % Verletzungen des linken Auges 45.7 % des rechten kamen, im amerikanischen Bürgerkriege aber beispielsweise auf 523 Augenverletzungen links 524 rechts.) Knabe (292) fand dagegen wieder bei 208 Augenverletzungen 99 mal das rechte, 99 mal das linke und 7 mal beide Augen beteiligt.

Wie aus diesen sich widersprechenden Zahlen hervorgeht, läfst sich eine stärkere Beteiligung des einen oder anderen Auges bei Unfällen

doch wohl nicht mit wünschenswerter Sicherheit feststellen. Man wird vielmehr dadurch zu der Anschauung kommen, dafs das Verhältnis der Beteiligung für beide Augen ungefähr das gleiche ist und dafs der Zufall dabei eine ganz wesentliche Rolle spielt. In einem gewissen Gegensatze zu Zehender (76) und Magnus (165), die angeben, dafs der Einäugige unwillkürlich das sehende Auge dem betrachteten Gegenstand zuwende", behauptet allerdings Szili (145), dafs bei einem Arbeiter häufig immer wieder dasselbe Auge verletzt werde, und will die Ursache dafür in der gewohnheitsmäfsigen Kopf- oder Körperhaltung des Betreffenden finden, nimmt also eine individuell oder beruflich verschiedene Gefährdung beider Augen an. Der Gedanke ist auch nicht ganz von der Hand zu weisen, doch wird man nur für einige Berufsarten, wie etwa für die Steinklopfer und Metallarbeiter eine stärkere Gefährdung beispielsweise des linken Auges vielleicht zugeben können, wenn dieselbe auch wohl im allgemeinen nicht so beträchtlich ist, dafs sie einen höheren Rentenanspruch beim Verluste des anderen weniger gefährdeten Auges für gewöhnlich rechtfertigen könnte, zumal, wie schon oben erwähnt, die gebräuchliche Rente von $33^1/_3$ % für den Verlust eines Auges reichlich hoch bemessen erscheint.

Was nun insbesondere die Verhältnisse bei den Bauhandwerkern bezw. bei den Kalkverletzungen angeht, so fand zwar Hoppe (306) unter 282 Augenverletzungen der Bauhandwerker bei Steinbrechern, Zimmerleuten, Klempnern und Dachdeckern eine etwas höhere Gefahr für das linke Auge, bei Anstreichern aber eine wesentlich höhere für das rechte Auge und bei Maurern, d. h. bei 66 % aller in Rede stehenden Fälle, eine nahezu vollkommen gleiche Beteiligung des rechten und des linken Auges (46 % rechts, 47 % links, 6,4 % beiderseits). Von den 26 in der Klinik von Lyon (231) behandelten Fällen von Kalkverletzung betrafen 14 das rechte, 8 das linke und 4 beide Augen, von 4 von mir beobachteten derartigen Fällen (311) aber wieder 3 das linke und 1 beide Augen. In der Hirschberg'schen Klinik (129) kamen unter 14 Kalkverletzungen 6 auf dem rechten, 6 auf dem linken und 2 auf beiden Augen vor und unter den 48 Kalkverletzungen der Bonner Augenklinik nach der Zusammenstellung v. Wiser's (l. c.) 23 auf dem rechten, 16 auf dem linken und 9 auf beiden Augen. Es kann demnach auch bei den Kalkverletzungen, wie das Hoppe (306) allgemein für das Baugewerbe festgestellt hat, von einer regelmäfsigen stärkeren Gefährdung etwa des linken oder überhaupt eines der beiden Augen wohl kaum die Rede sein.

Für gewöhnlich ist also der Umstand, ob das eine oder andere Auge verletzt ist, für die Bemessung des Rentenanspruches irrelevant, derselbe erlangt aber sofort eine grofse Bedeutung, wenn das nicht verletzte Auge schon vor dem Unfalle in einem solchen Grade amblyopisch war, dafs es die zum normalen Erwerbe notwendige Sehschärfe nicht besitzt. Die letztere

ist selbstverständlich keineswegs identisch mit der wissenschaftlich festgestellten centralen Sehschärfe, sondern nur ein Bruchteil derselben. Für solche Berufsarten, die noch höhere Ansprüche an das Sehvermögen stellen, kann nach Magnus (271) eine Sehschärfe von $^3/_4$, nach Groenouw (303) eine solche von $^3/_5$ der wissenschaftlichen Sehschärfe noch als volle erwerbliche gelten, wie ja auch bei der Marine eine Sehschärfe von $^3/_4$, beim Landheere eine solche von $^1/_2$ noch diensttauglich macht. Die letztere, also die Hälfte der vollen wissenschaftlichen Sehschärfe, dürfte nun auch wohl noch als volle erwerbliche Sehschärfe für solche Berufsarten angesehen werden können, die keine besondere Anforderungen an das Sehorgan stellen, also auch für die meisten Bauhandwerker. Ist indessen das Sehvermögen des nicht verletzten Auges geringer wie $^1/_2$, so ist naturgemäfs ein Verlust des anderen Auges entsprechend höher wie mit $33^1/_3\,\%$ anzuschlagen, nach den Grundsätzen, die für eine Beschädigung beider Augen in Betracht kommen, wobei es belanglos ist, dafs die Verminderung der Leistung des nicht verletzten Auges schon vor dem Unfalle bestand.

Aus demselben Gesichtspunkte hat auch das Reichsversicherungsamt entschieden, dafs, da die Höhe der Rente stets nach dem Grade der nach dem Unfalle verbleibenden Erwerbsfähigkeit zu bemessen sei, ein Einäugiger, d. h. einer, der auf einem Auge nichts oder nahezu nichts ($V = {}^1/_{10}$) mehr sieht, bei dem Verluste des Sehvermögens auf dem gesunden Auge nicht etwa eine Rente von $2 \times 33^1/_3\,\% = 66^2/_3\,\%$, sondern die volle Rente von $100\,\%$ zu bekommen hat.

Ist sonach die Bestimmung der Erwerbsbeeinträchtigung für den Arzt infolge der generellen Rechtsprechung des Reichsversicherungsamtes in den Fällen, in denen es sich um den völligen oder nahezu völligen (Magnus will als untere Grenze $V = 0.15$, Groenouw $V = 0.1$ angesehen wissen) Verlust eines oder beider Augen handelt, einfach, so wird dieselbe dagegen trotz der exakten und für die Feststellung der wissenschaftlichen Sehschärfe zu Gebote stehenden Hilfsmittel recht schwierig, wenn ein Unfall eine nur teilweise Herabsetzung der Sehschärfe auf einem oder auf beiden Augen im Gefolge hatte. Dabei kann zunächst nicht jede Verminderung der wissenschaftlichen Sehschärfe auch ohne weiteres gleich als eine solche der Erwerbsfähigkeit gelten, denn, wie schon oben erwähnt wurde, genügt für manche Berufsarten fraglos eine Sehschärfe von $^1/_2$—$^3/_4$ der wissenschaftlichen zur vollen Erwerbsfähigkeit. So könnte beispielsweise ein Arbeiter, der zu seinem Berufe eines geringeren Sehvermögens bedarf, durch einen Unfall auf beiden Augen eine Reduktion der Sehschärfe auf $^1/_2$ erfahren haben, ohne dafs ihm dafür thatsächlich eine Entschädigung zustände. Seine Erwerbsfähigkeit hat dadurch vielleicht gar keine Einbufse erlitten, wie es ja auch viele Personen giebt, die, ohne einen Unfall erlitten zu haben, eine geringere Sehschärfe besitzen, ihren Fehler manchmal gar nicht kennen und durch denselben

nicht im geringsten in der Wahl ihres Berufes oder in ihrer Erwerbsfähigkeit beeinträchtigt werden, wie das ja auch von den vielen Myopen, Hypermetropen, Astigmatischen, Presbyopen etc. gilt, bei denen die Refraktions- bezw. Accommodationsanomalie keinen solchen Grad erreicht, dafs korrigierende Gläser benutzt werden müssen, die also praktisch vielfach etwa in derselben Lage sind, wie der Amblyope, dessen V = $^1/_2$ oder $^3/_4$ ist.

Erst in solchen Fällen, in denen infolge eines Unfalles im Betriebe die wissenschaftliche Sehschärfe auf einem oder auf beiden Augen unter $^3/_4$ bezw. $^1/_2$ sinkt, tritt in der Regel auch eine Verminderung der Erwerbsfähigkeit ein und damit ein begründeter Anspruch auf die Unfallrente. Es ist dabei gleichgiltig, ob bereits vorher auf einem oder beiden Augen die Sehschärfe herabgesetzt gewesen ist, da nach der oben erwähnten Anschauung des Reichsversicherungsamtes für die Höhe der Rente nur der verbliebene Rest an Erwerbsfähigkeit, hier also insbesondere soweit sie vom Sehvermögen abhängt, in Betracht kommt.

Aus dem Grade der nach einem Unfalle bezw. nach Ablauf der Heilung noch vorhandenen wissenschaftlichen Sehschärfe die verbliebene erwerbliche Sehschärfe und aus dieser wieder den für die Unfallrentenberechnung mafsgebenden Rest an Erwerbsfähigkeit festzustellen, ist nun Aufgabe des Arztes. Diese Aufgabe ist aber keineswegs eine leichte, da bei der Lösung derselben eine ganze Reihe verschiedenartiger, oben bereits teilweise erwähnter Faktoren in Rechnung zu ziehen sind, über deren Bewertung bis heute noch keineswegs Einigkeit erzielt wurde. Je nachdem eine gröfsere oder geringere Anzahl dieser Faktoren berücksichtigt oder je nachdem die einzelnen derselben höher oder geringer bewertet werden, müssen natürlich die Resultate verschieden ausfallen. Zur bequemeren und schnelleren Gewinnung ziffermäfsiger Ergebnisse sind nun von verschiedenen Seiten, so zuerst von Zehender (211, 212), dann namentlich von Schroeter (241), Magnus (271), Heddaeus (288) und Groenouw (303), Formeln und aus diesen abgeleitete Tabellen für die Berechnung des verbliebenen Restes der erwerblichen Sehschärfe aufgestellt worden, welche indessen nicht unwesentlich von einander abweichen und welche ihre Freunde und ihre Gegner gefunden haben. Es kann hier nicht der Ort sein, das Für oder Wider in dieser Frage zu erörtern, doch will es mir scheinen, als ob die Groenouw'sche Formel in der angemessenen Bewertung der wichtigsten Faktoren vor den anderen einige Vorzüge hat, wie auch seine Tabellen (303) für den praktischen Gebrauch recht bequem und übersichtlich sind und auch dem Nichtspezialisten eine schnelle Festsetzung der vorhandenen Erwerbsfähigkeit für die meisten Fälle ermöglichen.

Bekanntlich wird die Unfallrente später verkleinert, wenn die Folgen des Unfalles eine nachträgliche Verringerung erfahren und damit die Erwerbsfähigkeit wieder steigt. Eine solche nachträgliche Aufbesserung der

Funktion ist aber bei den Kalkverletzungen des Auges, nach dem der Heilungsprozess vollkommen abgelaufen ist, nicht mehr möglich, weder spontan noch durch therapeutische Maſsnahmen, die ja, wie wir oben sahen, gegen die einmal stationär gewordenen Kalktrübungen der Hornhaut vollkommen machtlos sind. Andererseits ist aber auch eine nachträgliche Verschlechterung des Sehvermögens nach Ablauf des entzündlichen Prozesses bei einer Kalkverletzung ohne erkennbare neue Ursache höchst unwahrscheinlich und es legen daher diesbezügliche Klagen Rentenberechtigter stets den Gedanken an Aggravation und eventuell auch sogar an absichtliche Selbstbeschädigung nahe. Deſshalb ist bei den Kalkverletzungen, wenigstens in den meisten Fällen, ein Antrag auf nachträgliche Erhöhung der Rente durchaus unberechtigt, sofern diese Rente nach Ablauf der akuten Verletzungserscheinungen und auf Grund sorgfältiger Prüfung festgesetzt wurde. Ob indessen vielleicht aus dem Grunde nach etwa Jahresfrist, wie Magnus (295) u. A. das vorschlagen, die Rente herabgesetzt werden kann, weil dann die auf einem Auge Verletzten sich an ihren Defekt gewöhnt und den Funktionsausfall mit dem gesunden Auge zu decken erlernt haben, lasse ich dahingestellt. Es ist das jedenfalls individuell und nach dem Berufszweige so auſserordentlich verschieden, daſs man einer generellen Herabsetzung doch nicht das Wort reden kann. Von der Funktionsstörung abgesehen, bleiben ja meist alle anderen üblen Folgen einer Augenverletzung, die die Erwerbsfähigkeit herabsetzen könnten, auch noch nach Jahresfrist und länger in vollem Umfange bestehen.

Ist nun auch die Unfallrente gerade bei den Augenverletzungen, wie wir sahen, häufig reichlich hoch bemessen, da wenigstens bei Beschädigung oder Verlust nur eines Auges eine Erwerbseinbuſse meist gar nicht eintritt, so sollte der Arzt darin doch nicht zu engherzig sein, da es erfahrungsgemäſs manchmal gerade die Unfallrente ist, die es dem Verletzten nicht ermöglicht, seine Arbeitsfähigkeit oder den Rest derselben, der ihm noch verblieben ist, für seinen Erwerb voll auszunutzen, indem sie ihn sowohl in den Augen anderer, wie in seinen eigenen, gewissermaſsen „zum Invaliden stempelt“ (304) und ihn dadurch bei dem Mangel angemessener Beschäftigung finanziell, somatisch und psychisch herunterbringt. Vielleicht wäre es aus diesem Grunde manchmal für den Verletzten selbst sogar besser, wenn er bei Beschädigung oder Verlust nur eines Auges überhaupt keine Rente bekäme. Jedenfalls ist deſshalb v. Grolmann (304) beizupflichten, wenn er eine Ergänzung des Unfallversicherungsgesetzes dahin fordert, daſs der bisherige Arbeitgeber oder die Berufsgenossenschaft nicht nur zur Zahlung der Unfallrente, sondern auch zu einer ferneren geeigneten Beschäftigung des im Betriebe Verletzten verpflichtet sein sollten.

Es erübrigt jetzt noch etwas über die Prophylaxe, die etwa den Kalkverätzungen gegenüber möglich sein könnte zu sagen. Daſs und wie man auch nach erfolger Kalkverletzung noch einigermaſsen prophylaktisch

wirken kann, indem man durch sofortige Anwendung geeigneter Mittel wenigstens die schlimmsten Folgen einer solchen Verletzung zu verhüten sich bemüht, dafs deshalb auf jeder Arbeitsstätte die dazu erforderlichen, höchst einfachen Mittel vorhanden und dafs ihre Anwendung und die Notwendigkeit derselben allgemein bekannt sein sollten, habe ich bereits oben eingehender erörtert.

Weit idealer wäre es jedoch, wenn es gelänge, eine Kalkverletzung überhaupt zu verhindern. Es ist das nun zwar nicht unmöglich, begegnet in der Praxis aber doch ganz erheblichen Schwierigkeiten. Naturgemäfs kann dieser Zweck nur dadurch erreicht werden, dafs die Augen durch geeignete Vorrichtungen, also durch Schutzbrillen, vor dem Kalkinsulte überhaupt behütet werden. Solche Schutzbrillen, die entweder aus Glas, aus Glimmer oder aus einem Drahtgeflechte bestehen, sind denn auch namentlich in den letzten Jahren in grofser Auswahl konstruiert und empfohlen worden. Die Glasbrillen können indessen für Bauhandwerker nicht wohl in Frage kommen. Abgesehen davon, dafs sie verhältnismäfsig teuer, schwer, unbequem und leicht zerbrechlich sind und sowohl Blendungserscheinungen, wie eine grofse Hitze erzeugen, würden sie bei den Hantierungen der Maurer, Verputzer u. s. w. sehr schnell immer wieder beschmutzt und damit undurchsichtig werden und würden sich weder mit den Händen noch mit den Taschentüchern dieser Leute, deren Kleidungsstücke mit Kalkstaub ja geradezu imprägniert sind, genügend reinigen lassen. Dasselbe gilt auch von den Glimmerbrillen, die zwar leichter und unzerbrechlich sind, aber noch schneller blind werden, wie die Glasbrillen. Weit besser sind für unseren Zweck die Drahtgitterbrillen, die zwar den Nachteil haben, dafs sie etwas Licht absorbieren und dafs sich ihre Maschen nach und nach verstopfen, die im übrigen aber billig, leicht und unzerbrechlich sind, sehr wenig Hitze erzeugen und durch einfaches Durchblasen in den meisten Fällen leicht genügend gereinigt werden können, da der trockene Kalkstaub an dem Gitter nicht viel fester haftet, wie an der Fläche der Glasbrillen. Man könnte den Einwand machen, dafs Drahtbrillen doch nur einen unvollkommenen Schutz gegen Kalkverletzungen gewähren könnten, da der Kalk ja durch die Gittermaschen hindurchdringe. Bei Versuchen aber, die ich insbesondere mit der Normalschutzbrille Nr. 17 von C. S. Schmidt in Niederlahnstein, die bereits die Sektion 4 der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft und Hillemanns (305) empfehlen, und die auch ich für besonders praktisch halte, anstellte, zeigte es sich, dafs breiige Kalkmassen, die ja hier in erster Reihe in Betracht kommen, regelmäfsig teilweise vor, teilweise unmittelbar hinter dem Gitter zurückgehalten werden und den Bulbus nur in ganz seltenen Fällen erreichen können. Ebenso werden trockene Kalkpartikel in Form von Körnern und Staub durch diese Drahtbrillen hinreichend abgehalten und feiner Kalkstaub dringt nur dann, wenn er mit ziemlicher Macht und nahezu horizontal eingeblasen wird, soweit

durch die nach vorne stark prominierenden Drahtgitter hindurch, dafs er dabei die Korneaoberfläche erreichen kann. Da es nun in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von Kalkverletzung sich um breiige Massen handelt, so darf man wohl sagen, dafs eine derartige Drahtgitterbrille für den Bauhandwerker einen fast vollkommenen Schutz bietet. Sie belästigt ihn aufserdem ziemlich wenig, ist nicht zu teuer und läfst sich einigermafsen leicht, leichter wie eine Glasbrille, reinigen. Der mit ihrem Tragen verbundene Verlust an Licht aber kommt für die Maurer nicht in Betracht, könnte sogar bisweilen ein Gewinn sein, da diese Leute oft gezwungen sind, im grellen Sonnenlichte zu arbeiten.

Es ist demnach eine solche Drahtgitterbrille, an die man sich bei einigem guten Willen sehr bald gewöhnt, für den Bauhandwerker wenigstens ein ziemlich ideales Mittel, um eine Kalkverletzung der Augen zu verhüten. In verschiedenen Betrieben sind auch bereits Schutzbrillen, deren allgemeine Verwendung zur Verhütung von Augenverletzungen u. a. Cohn (244), Magnus (295) und Praun (315) dringend empfehlen, zwangsweise eingeführt worden, so von der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft und in manchen Fabriken, in anderen Betrieben mehr fakultativ. Nach Cohn (l. c.) waren bereits vor einigen Jahren bei Fr. Krupp in Essen etwa 2000 Exemplare der Simmelbauer'schen Schutzbrille im Gebrauche und nach einer Statistik des Vereines deutscher Eisen- und Stahlindustrieller vom Jahre 1882 wurden auf 83 gröfseren Werken Schutzbrillen aus Glas, Glimmer oder Draht getragen.

Dennoch besitzen, wie das auch schon Cohn (l. c.) hervorhebt, die Arbeiter einen sehr grofsen Widerwillen gegen das Tragen von solchen Brillen, und dasselbe geht aus der vorgenannten Vereins-Statistik hervor, nach der die Brille

gerne nur auf	7	Werken
nach Vorschrift auf . . .	6	„
ungerne auf	35	„
bei Aufsicht auf	24	„
bei Strafandrohung auf . .	11	„

getragen wurde. Fuchs (153) meint, dafs die Arbeiter deshalb die Brillen scheuen, weil sie so schnell schmutzig würden, besonders die Drahtgitter. Er hat „durch einige Zeit jeden Arbeiter, der wegen eines Fremdkörpers seine Klinik aufsuchte, mit Schutzbrillen beschenkt, seitdem aber die Überzeugung gewonnen, dafs dieselben von den betreffenden Arbeitern nicht angewendet wurden, selbst von jenen nicht, welche bereits ein Auge verloren hatten und durch Erfahrung hätten klüger werden sollen", und Praun (315) hat die Beobachtung gemacht, dafs die Leute auch „bei Vornahme solcher Arbeiten, die erfahrungsgemäfs zu Verletzungen führen können", nicht einmal für kurze Zeit der Brille sich bedienen, dafs dagegen „in den Feierstunden häufig unnötiger Weise Schutzbrillen getragen werden, die auf

Drängen der Arbeiter von den Kassenärzten ohne jeden ersichtlichen Zweck verschrieben“ wurden.

Mag nun die Ursache dieser Erscheinung mehr in der Mangelhaftigkeit und Unbequemlichkeit der bisher konstruierten Schutzbrillen oder in dem Leichtsinne, der Arbeiter und der Gleichgültigkeit ihrer Aufseher liegen, jedenfalls ist es Thatsache, dafs man nur mit grofser Mühe und nur selten einmal in ausreichender Weise die Benutzung von Schutzbrillen seitens der Arbeiter durchsetzen kann. Vielleicht läfst sich das, wie Praun (315) es will, „durch strengere Überwachung und Verwarnungen“ der Arbeiter, oder nach dem Fuchs'schen Vorschlage (153), dadurch einigermafsen erzwingen, dafs durch gesetzliche Bestimmungen die Arbeitsherren verpflichtet werden, „das Brillentragen bei denjenigen ihrer Arbeiter durchzuführen, bei welchen es angezeigt ist“. Zu den letzteren gehören aber mit Rücksicht auf die Häufigkeit und Gefährlichkeit der Kalkverletzungen ganz gewifs auch die Bauhandwerker, und es würde gerade bei diesen durch den Gebrauch geeigneter Schutzbrillen ohne Frage manches Auge vor schwerem Schaden bewahrt bleiben. Dennoch bezweifle ich, dafs es in absehbarer Zeit dazu kommen wird, bei den Bauhandwerkern das Tragen von Schutzbrillen allgemein einzuführen. Lieber werden die meisten dieser Leute sich der Gefahr, ihr Auge dauernd zu beschädigen oder zu verlieren, aussetzen und lieber eventuell die vom Unfallversicherungsgesetze vorgesehene Strafe von 6 Mk. zahlen, als dafs sie sich dazu entschliefsen, die ihnen unsympathische und wenigstens anfänglich unbequeme Schutzbrille zu tragen.

Eine erfolgreiche Prophylaxe der Kalkverletzungen ist also zur Zeit noch undurchführbar, und es ist deshalb um so wichtiger, diejenigen prophylaktisch-therapeutischen Mafsnahmen zu kennen und rechtzeitig anzuwenden, die allein die Möglichkeit bieten, den Schaden einer einmal erfolgten Kalkverletzung auf das Mindestmafs zu beschränken. Zu diesen Mafsnahmen gehört aber an allererster Stelle das schnelle und reichliche Ausspülen eines durch Kalk verletzten Auges mit reinem Wasser.

VII. Zusammenstellung der wichtigeren Ergebnisse der vorhergehenden Kapitel.

(Die in Klammern angegebenen Zahlen beziehen sich auf die betreffenden Seiten dieses Buches.)

---

1. Die chemischen und die thermischen Verletzungen des Auges geben quoad restitutionem functionis meist eine ungünstige Prognose (1, 9).

2. Eine recht schlechte Prognose geben durchweg die Kalkverletzungen (10).

3. Die bisherigen Ansichten über das Wesen, die Prophylaxe und die Therapie der Kalkverletzungen sind in der Hauptsache unrichtig (2, 13).

4. Die meist gebräuchliche Bezeichnung der Kalkverletzung als „Kalkverbrennung" ist unzutreffend, da es sich dabei nur in seltenen Fällen um eine Verbrennung im eigentlichen Sinne handelt (2, 47).

5. Das Wesen der Kalkverletzung beruht in einer physikalischen und chemischen Aktion der Materia peccans auf die Gewebe des Auges (36 ff.).

6. Nur die ganz unlöslichen Calciumsalze und der Gips sind für das Auge nahezu unschädlich (15, 50, 51).

7. Alle anderen Calciumsalze zeigen wesentlich die gleiche Wirkung (41), die sich in einer Zerstörung und Auflockerung des Gewebes, in einer Einlagerung einer weifsen Masse in die Kornea und Konjunktiva und in einer sekundären Entzündung mit schliefslicher Narbenbildung äufsert (38).

8. Die Lösungen wirken cet. par. bei weitem nicht so intensiv, wie die feuchten, breiartigen Substanzen (39, 50).

9. Die Wirkungsweise der Calciumverbindungen auf den Bulbus kann bestehen: in einer einfachen Fremdkörperwirkung, in einer hygroskopischen Wasserentziehung, in einer thermischen Beschädigung, in einer chemischen Gewebezerstörung und in einer Einlagerung kalkartiger Substanzen insbesondere in die Kornea (40, 51).

10. Die Fremdkörperwirkung und die hygroskopische Wasserentziehung sind für die Kalkverletzungen nicht typisch und von untergeordneter Bedeutung, begünstigen aber doch die Zerstörung der Augengewebe (42, 48).

11. Eine Fremdkörperwirkung ist bei allen Calciumverbindungen, insbesondere auch bei den unlöslichen, möglich (42).

12. Hygroskopisch wasserentziehend wirken namentlich Ätzkalk, Wiener Kalk, hydraulischer Kalk, Cement u. s. w., nicht aber Kalkhydrat (48).

13. Eine thermische Wirkung auf das Auge ist theoretisch bei einer Anzahl von Calciumsalzen zu erwarten (43), in Wirklichkeit aber nur von Calcium selbst, von Calciumcarbid, Chlorcalcium und von dem frisch bereiteten Kalkhydrate zu befürchten (16, 44, 47).

14. Insbesondere beim Ätzkalke ist die Gefahr einer thermischen Beschädigung des Bulbus durch denselben fast ausgeschlossen (45, 47).

15. Beim Löschen mit Wasser erhitzt sich der Ätzkalk nicht sofort und rapide, sondern anfänglich nur sehr langsam, so dafs es immer annähernd 5—10 Minuten dauert, bis die Masse die Temperatur von 40° C. erreicht hat (20, 43).

16. Beim Löschen geringer Ätzkalkmengen mit einem relativ grofsen Wasserquantum ist eine Temperatursteigerung überhaupt nicht mehr wahrzunehmen oder nur unbedeutend (22).

17. So ist auch die Menge Ätzkalk, die in die Lidspalte im günstigen Falle eindringen kann, gegenüber der Thränen- und Spülflüssigkeit viel zu gering, als dafs sie sich auf dem Bulbus überhaupt nennenswert erwärmen könnte (22, 45).

18. Kalkhydrat und Mauermörtel erhitzen sich bei Berührung mit Wasser überhaupt nicht (23, 44).

19. Nur von dem frisch bereiteten, noch heifsen Kalkhydratbrei ist eine thermische Wirkung zu erwarten (47).

20. Beschädigungen des Auges sind mit allen Calciumsalzen möglich (13) und insbesondere auch mit Cement, Stuck, Putzkalk etc. bereits wiederholt beobachtet worden (138).

21. In den weitaus meisten Fällen ist aber das Kalkhydrat in seinen verschiedenen Formen die Ursache einer Kalkverletzung, sehr viel seltener der Ätzkalk (138).

22. Es ist also auch aus dem Grunde eine thermische Beschädigung des Auges bei der Mehrzahl der Kalkverletzungen ganz ausgeschlossen (44 ff.).

23. Der chemischen Wirkung der Calciumsalze gegenüber tritt die physikalische in den Hintergrund (49 ff.).

24. Nur selten werden bei einem Kalkinsulte Lider oder Bulbus isoliert betroffen, meist beide zusammen und meist auch zugleich Kornea und Konjunktiva (52, 53).

25. Penetrierende Wunden kommen primär bei Kalkverletzungen selten vor (37).

26. Die Verletzung der Lider ist meist nur von geringer Bedeutung (37, 52).

27. Im Vordergrunde des Interesses stehen die Folgen einer Kalkverletzung für die Kornea, die weit wichtiger sind, wie die Beschädigungen der Konjunktiva (38, 53, 60).

28. Bei der Kalkverletzung der Konjunktiva kommt es in der Regel infolge teilweiser Gewebezerstörung und konsekutiver narbiger Schrumpfung und Verklebung zu Beweglichkeitstörungen (38, 53, 59).

29. In der Kornea erzeugen die Calciumsalze Trübungen, die persistieren und dadurch das Sehvermögen dauernd beeinträchtigen (38, 54, 58 ff.).

30. Die inneren Augengewebe werden seltener primär, häufiger aber sekundär von einer Kalkverletzung in Mitleidenschaft gezogen (59).

31. Die Schmerzen sind bei einer Kalkverletzung im allgemeinen nicht allzu heftig und dauern selten länger wie 4—5 Tage. Manchmal beginnen sie sofort, manchmal erst nach einiger Zeit (57, 58, 125).

32. Die Ursache länger dauernder Schmerzen sind die Epithelfetzen (58, 113, 134).

33. Das Korneaparenchym ist weit weniger schmerzempfindlich (114, 134).

34. Das Korneaepithel leistet den Calciumsalzen einigermafsen Widerstand (54), regeneriert sich meist ziemlich schnell wieder (56), kann dann noch bisweilen einige Zeit unempfindlich sein (135), wird aber schliefslich auch über den bleibenden Trübungen meist wieder klar (135).

35. Das Korneaparenchym regeneriert sich viel langsamer und bleibt immer mehr oder minder stark getrübt (57).

36. Der Verlauf der Verletzung und der Grad der schliefslich verbleibenden Trübung hängen von der Dauer der Ätzung, von der chemischen Natur der ätzenden Substanz, von dem Zustande des Auges, von der Behandlung, von den Komplikationen während des Heilungsprozesses und von mancherlei Nebenumständen ab (56).

37. Komplikationen im weiteren Verlaufe sind häufig (59), namentlich auch durch Infektion (56).

38. Eine Restitutio in integrum wird nur höchst selten beobachtet (61).

39. Die Löslichkeit der Kalksalze ist eine notwendige Vorbedingung ihrer Schädlichkeit (72).

40. Die Kalksalzlösungen dringen leichter in die Konjunktiva ein, wie in die Kornea (79).

41. Beim Eindringen in die letztere handelt es sich nicht sowohl um eine Imbibition, Imprägnation, Infiltration, Filtration oder Diffusion, als vielmehr um eine chemische Aktion der Kalksalze auf das Korneagewebe (73 ff.).

42. In die vordere Kammer dringen die Calciumsalze nur bei sehr lange dauernder Ätzung ein (83, 93) und auch dann meist nicht direkt, sondern durch Vermittelung der Lymphbahnen des Parenchyms oder der Gefäfse des Limbus (80).

43. Beim Eindringen in die Kornea verändern sich die Kalksalze sehr bald, indem sie mit dem Gewebeeiweifs Calciumalbuminat bilden (86 ff.).

44. Dieses Calciumalbuminat kann auch geringe Mengen von Calciumcarbonat und -phosphat enthalten (88) und sich nach einiger Zeit teilweise in Calciumcarbonat umwandeln (91).

45. Die Wirkung der verschiedenen Calciumsalze auf die Hornhaut ist nur eine quantitativ verschiedene, das Endresultat ist immer die Bildung von Calciumalbuminat (90, 95).

46. Das letztere ist in Wasser und in verdünnten Säuren unlöslich, wird von starken Säuren zerstört und durch Kohlensäure in Calciumalbuminat umgewandelt (33, 119).

47. Die Wahl und der Erfolg des Heilmittels hängt bei einer frischen Kalkverletzung nicht von der chemischen Natur der Materia peccans, sondern von der Zeit ab, die seit dem Insulte verstrichen ist (95).

48. In praxi sind alle Verletzungen durch Calciumsalze so zu behandeln, als wenn sie durch Kalkhydrat entstanden seien (96).

49. Vorherige Nachforschungen nach der chemischen und physikalischen Natur des Kochsalzes sind zwecklos (96).

50. Das Maximum der Schädigung fällt in die erste Zeit nach dem Kalkinsulte (96).

51. Die ersten therapeutischen Mafsnahmen werden fast immer Laien überlassen bleiben. Der Arzt wird nur sehr selten frühzeitig genug eingreifen können (97).

52. Ärztliche Hülfe mufs sofort herbeigeholt, darf aber nicht unthätig abgewartet werden, denn jeder kleinste Zeitverlust bedeutet die Vermehrung eines irreparablen Schadens (98).

53. Am wichtigsten ist die möglichst schnelle und vollständige Beseitigung der noch auf dem Bulbus befindlichen ätzenden Substanz (97, 98, 108).

54. Das kann aber zunächst und am besten nur mit reinem Wasser geschehen in Form eines mäfsigen Strahles (102, 103, 108).

55. Das Wasser ist zu diesem Zwecke nicht allein nicht schädlich, sondern sogar unbedingt notwendig (102 ff.).

56. Die vom Wasser allgemein befürchtete thermische Wirkung beim Kontakte desselben mit Kalk auf dem Bulbus ist vollständig ausgeschlossen (101, 102).

57. Nur solche Kalkreste sind instrumentell zu entfernen, die mit dem Wasserstrahle sich nicht beseitigen lassen (103, 112).

58. Zur Linderung der Schmerzen dienen Einträufelungen von Öl Fett etc. (113).

59. Dieselben können ober nicht in erheblichem Maſse die Ätzwirkung der Kalkreste vermindern (113).

60. Das allgemein zur Beseitigung oder Unschädlichmachung der Kalkreste empfohlene Zuckerwasser ist nicht allein zwecklos, sondern geradezu schädlich (116, 117).

61. Ebenso sind Säuren zu verwerfen, die ihrerseits selbst ätzend wirken (118).

62. Durch rechtzeitiges und sachgemäſses Eingreifen läſst sich in der ersten Zeit der Schaden meist beschränken, bei einmal enstandenen Hornhauttrübungen giebt's aber kein Mittel zu ihrer Beseitigung (127 ff.).

63. Bei stationär gewordenen Kalktrübungen können höchstens noch Tätowieren und Iridektomie in Frage kommen (130).

64. Eine nachträgliche spontane Aufhellung ist sehr selten (133).

65. Die Anästhesie der Kornea bietet keine zuverlässigen Anhaltspunkte für die Prognose (133).

66. Kalkverletzungen des Auges kommen auch bei Nichtarbeitern, Frauen und Kindern vor (137), namentlich aber bei Arbeitern, und unter diesen wieder am meisten bei Bauhandwerkern und insbesondere Maurern (138).

67. Sie entstehen bei diesen aber nicht immer durch eigene Berufsthätigkeit, sondern oft durch fremde Hantierung (139).

68. Andere Ursachen einer Kalkverletzung können Leichtsinn, Mutwille, Bosheit, Rachsucht u. dergl. sein (139 ff.).

69. Auch absichtliche Selbstbeschädigungen der Augen mit Kalk sind beobachtet worden (141).

70. Der Verlust eines Auges bedeutet für den Bauhandwerker, solange das andere Auge noch intakt ist, meist keine nennenswerte Einbuſse an Erwerbsfähigkeit. Deshalb genügt dafür eine Rente von 25 % (147).

71. Ist indessen das unversehrte Auge sehschwach, so ist der Verlust des anderen höher anzuschlagen (153).

72. Ein Auge mit $V = {}^1/_2$ läſst den Maurer noch als voll erwerbsfähig erscheinen (154).

73. Bei Verlust eines Auges besteht wohl eine erhöhte Erblindungs- nicht aber eine erhöhte Verletzungsgefahr (150).

74. Eine gröfsere Gefährdung eines bestimmten Auges ist bei Maurern nicht vorhanden (152).

75. In prophylaktischer Hinsicht können Vorschriften, Plakate, mündliche Belehrung, Strafen, Unterweisung in der Behandlung einer eingetretenen Kalkverletzung u. s. w. in Betracht kommen (109).

76. Eine wirksame Prophylaxe würde aber nur das Tragen von Schutzbrillen sein, gegen welche indessen die Arbeiter einen unüberwindlichen Widerwillen hegen (156, 157).

77. Das schnelle, reichliche und längere Zeit fortgesetzte Ausspülen des Auges mit reinem Wasser in Form eines Strahles ist und bleibt nach allem zur Zeit das einzige Mittel, von welchem man sich bei einer frischen Kalkverletzung Erfolg versprechen kann und welches deshalb von Laien und Ärzten in allen Fällen sofort zur Anwendung gebracht werden mufs (102, 103, 108, 122, 158).

VIII. Litteratur-Übersicht.

(Diejenigen Arbeiten, welche in dem vorliegenden Buche erwähnt wurden, sind mit einem * bezeichnet.)

1 Mauchart, B. D., De maculis corneae earumque operatione chirurgica. Tubingae 1743.

2. Schmidt, L., De pupilla arteficiale in sclerotica aperienda. Diss. inaug. Tubingae 1814.

3. Weber, J. S., Dissertatio inauguralis sistens observationes quasdam in coretodialysin et pupillam in sclerotica aperiendam. Tubingae 1817.

4. Guthrie, Treatise on the operation for the formation of an artificial pupil. London 1819.

*5. Demours, Précis des maladies des yeux. Paris 1821.

6. Möfsner, Th. H, De conformatione pupillae arteficialis. Diss. inaug. Tubingae 1823.

7. Reisinger, Die Keratoplastik, ein Versuch zur Erweiterung der Augenheilkunde (Bayer. Annalen, 1824, Bd. I, Stück 1, p. 207).

*8. Rosas, A., Handbuch der theoretischen und praktischen Augenheilkunde. Wien 1830.

*9. Mackenzie, W., Practical treatise on the diseases of the eye. London 1830, deutsch Weimar 1832, französisch Paris 1844 (4. édit., traduct. franç. par Warlomont et Testelin. Paris 1856).

*10. Thompson, D., Hornhauttrübungen nach Schwefelsäureverätzung (The Lancet, 1840, II., p. 209).

*11. Thompson, D., Die Wirkung der Schwefelsäure auf die Kornea (The Lancet, 1841, 31. Okt.).

*12. Crussel, Über den Galvanismus als chemisches Heilmittel gegen örtliche Krankheiten. Petersburg 1841.

13. Cunier, F., Danger de certains collyres mal formulés (Ann. d'Ocul., ;1841, t. X., p. 264).

*14. Guépin, A., Brûlures de la cornée (Ann. d'Ocul., 1841, t. X., p. 254).

15. Himly, K., Krankheiten und Mifsbildungen des menschlichen Auges und deren Heilung. Berlin 1843.

*16. Vallez, Brûlure de la cornée par un cigare allumé (Ann. d'Ocul., 1845, t. XIV., p. 135).

*17. Desmarres, A., Traité théorique et pratique des maladies des yeux. Paris 1847.
*18. Bowman, Lectures on the parts concerned in operations in the eye. London 1849.
*19. v. Arlt, F., Die Krankheiten des Auges für praktische Ärzte geschildert. Prag 1851—56.
20. Coursserant, Über eine durch Kalk hervorgerufene Suppuration des Augapfels (Gaz. des Hôp., 1851, No. 8).
21. Deval, Ch., Lésions de la cornée par l'acide sulfurique (Bull. gén. de Thérapeut., t. XLV., 1853, décembre).
22. Nufsbaum, J. N., Über die Behandlung der Hornhauttrübungen (Deutsche Klinik, 1853, No. 34).
*23. Donders, F. C., Stenopäische Brillen (Nederl. Lancet, 1854, 3de Ser., blz. 538).
*24. Flinzer, De argenti nitrici usu et effectu. Diss. inaug. Lipsiens. 1854.
*25. v. Graefe, A., Katarakt aus phosphorsaurer Kalkerde bestehend (Arch. f. Ophthalm., 1854, Bd. I, 1., p. 330—333).
26. Guépin, A., Über die Applikation von Ätzmitteln auf die Kornea (Ann. d'Oculist., t. XXXII., 1854, décembre).
*27. Lohmeyer, Beiträge zur Histologie und Ätiologie der erworbenen Linsenstaare (Henle u Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Mediz., 1854, N. F. Bd. 5, p. 56).
*28. de Ruiter, Dissertatio de actione Atropae Belladonnae in iridem (Nederl. Lancet, 1854, Febr.; Schmidt's Jahrbücher, 1855, p. 281).
*29. v. Wyngaarden, H., Über die Anwendung der von Donders entdeckten stenopäischen Brillen zur Verbesserung des Sehvermögens bei Trübungen der Hornhaut (Arch. f. Ophthalm., 1854, Bd. I, 1., p. 251—282).
*30. Gosselin, L., Mémoire sur le trajet intraoculaire des liquides absorbés à la surface de l'oeil. Lu à l'académie de médecine le 7. août 1855 (Gazette hebdom. des hôpitaux, 1855, No. 36 u. 39).
*31. Gosselin, L., Mémoire sur l'ophthalmie causée par la projection de la chaux dans l'oeil (Archives génér. de médecine, 1855, novembre).
*32. v. Graefe, A., Einige aussergewöhnliche Verletzungen, 5. (Arch. f. Ophthalm., 1855, Bd. II, 1., p. 235—239).
*33. Lerch, Analyse der Thränenflüssigkeit (in: v. Arlt, Über den Thränenschlauch. Arch. f. Ophthalm., 1855, Bd. II, 2., p. 137).
*34. Ruete, C. H., Lehrbuch der Ophthalmologie. Braunschweig 1855.
*35. Donders, F. C., Imbibitionserscheinungen der Hornhaut und Sklera (Arch. f. Ophthalm., 1856, Bd. III, 1., p. 175).
*36. His, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Hornhaut. Basel 1856.
*37. Johnen, B., De effectu Atropae Belladonnae in iridem. Diss. inaug. Bonnae 1856.
*38. Nufsbaum, J. N., Die Behandlung der Hornhauttrübungen mit besonderer Berücksichtigung der Einsetzung einer künstlichen Hornhaut. München 1856.
*39. White Cooper, W., On wounds and injuries of the eye. London 1859.
40. Langhans, Th., Das Gewebe der Kornea im normalen und pathologischen Zustande (Henle u. Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Mediz., 1861, 3. Reihe, 12. Bd., p. 1—45, Taf. I u. II).
41. Lepine, Über Resorption d. Medikamente durch die Kornea und ihre Bedeutung für die Therapie der Augenkrankheiten (Bull. de l'Acad., t. XXVI., p. 808, Juni 1861).

*42. v. Graefe, A., Über Kalabar-Bohne (Arch. f. Ophthalm., 1862, Bd. IX, 3., p. 117).
*43. Saemisch, Th., Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie des Auges. Leipzig 1862.
*44. Zander, A., und Geifsler, A., Die Verletzungen des Auges. Leipzig und Heidelberg 1864.
45. v. Arlt, F., Die Pflege der Augen im gesunden und kranken Zustande, nebst einem Anhange über Augengläser. 3. Aufl., Prag 1865.
*46. Leber, Th., Über die Lymphwege der Kornea (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1865, III., p. 356—357).
*47. Mimocky, M., Experimentelle Beiträge zur Diffusion im Auge (Arch. f. Ophthalm., 1865, Bd. XI, 2., p. 112—128).
*48. Hoyer, H., Über die Endigungen der Hornhautnerven (Arch. f. Anat. u. Physiol., 1866, Heft 2, p. 180—195).
*49. Rothmund, A., Über subkonjunktivale Injektion von Kochsalzlösungen zur Resorptionsbeförderung von Hornhautexsudaten (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1866, IV., p 161—164).
*50. Cohnheim, J., Über die Endigung der sensiblen Nerven in der Hornhaut (Virch. Arch. f. pathol. Anat., 1867, Bd. 38, III., p. 343—386, tab. XI, XII).
51. Cohnheim, J., Entzündung und Eiterung (Virch. Arch. f. pathol. Anat., 1867, Bd. 40, p. 1—79).
52. Lawson, G., Injuries of the Eye, Orbit and Eyelids. London 1867.
53. Heymann, F. M., Ophthalmologisches aus dem Jahre 1867; p. 16: von den lineären Hornhauttrübungen (Ref. in Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1868, VI., p. 277—279).
*54. Tichomiroff, Material zum Studium der Frage über die Diffusionserscheinungen durch die lebende Hornhaut. Russ. Inaug.-Diss. Petersburg 1867 (Ref. in Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1873, XI., p. 130—131).
*55. v. Wecker, L., Traité théorique et pratique des maladies des yeux. Paris 1867.
*56. Wein, F. X., Subkonjunktivale Injektionen in der Behandlung der Hornhauttrübungen. In.-Diss. München 1867.
*57. v. Graefe, A., Über Keratokonus (Berlin. klin. Wochenschr, 1868, Nr. 23).
58. Leber, Th., Zur Kenntnis der Imprägnationsmethoden der Hornhaut und ähnlicher Gewebe (Arch. f. Ophthalm., 1868, Bd. XIV., 3., p. 300—316).
*59. Stellwag von Carion, K., Der intraokulare Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris. Wien 1868.
*60. de Gouvêa, H., Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie der Kalkverbrennung der Hornhaut (Arch. f. Augenh., 1869, Bd. 1, p. 106—121, Taf. 3 u. 4).
*61 Kisseloff, Zur Frage über die Durchdringbarkeit von Flüssigkeiten durch die Hornhaut eines lebenden Menschen. Russ. In.-Diss. Petersburg 1869 (und Medicinsky Westnik Klinika, 1872, Nr. 21—23. Ref. in: Virchow-Hirsch, Jahresbericht, 1869, I., p. 122, und Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1873, XI., p. 130—131).
*62. Wysocki, (Die Diffusion durch die lebende Hornhaut) (Moskauer mediz Zeitung, 1869, Nr. 20, und Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1873, XI., p. 130—131).
*63. Clarke, On some rare forms of opacity of the cornea (British med. Journal, 1870, 8. Oct.).
*64. Coccius, E. A., De vulneribus oculi in nosocomio ophthalmiatrico a. 1868 et 69 observatis et de oculi vulnerati curandi modo. Lipsiae 1870.
65. Hoffmann, F. A., Epithelneubildung auf der Kornea (Virchow's Arch. f. path. Anat., 1870, Bd. 51, III., p. 373—390, Taf. V).

66. v. Reufs, A., Über Tätowirung der Kornea (Wien. mediz. Presse, 1870, Nr. 47).
67. Stricker, S., u. Norris, W., Versuche über Hornhautentzündung (Studien aus d. Instit. f. experim. Pathol. in Wien, 1870, Bd. 1, p. 1).
*68. Wadsworth u. Eberth, C. J., Regeneration des Hornhautepithels (Virchow's Arch f. pathol. Anat., 1870, Bd. 51, III., p. 361—373, Taf. III u. IV.).
69. v. Wecker, L., Le tatouage de la cornée (Union médic., 1870, mars).
*70. v. Wecker, L., Das Tätowiren der Hornhaut (Arch. f. Augenh., 1871, II., 2, p. 84—87).
71. v. Wecker, L., Über einige neue Augenoperationen (Wien. mediz. Wochenschr., 1871, Nr. 24).
*72. Dixon, Calcareous film of the cornea (British med. Journ., 1871, I., p. 443, April 29.).
*73. Driver, Über die Behandlung einiger Augenleiden mit dem konstanten Strome (Arch. f. Augenh., 1871, Bd. II, 2., p. 75—83).
74. Hansen, G. A., Untersuchungen über die entzündlichen Veränderungen der Hornhautkörper (Stricker's Wien. mediz. Jahrbücher N. F., 1871, p. 210—225).
*75. Riesenfeld, E., Zur Frage über die Transfusionsfähigkeit der Kornea und die Resorption aus der vorderen Augenkammer In.-Diss. Berlin 1871.
*76. Zehender, W., Die Blinden in den Grofsherzogtümern Mecklenburg. Eine statistische Skizze. Rostock 1871.
*77. Laqueur, Über die Durchgängigkeit der Hornhaut für Flüssigkeiten (Centralbl. f. d. mediz. Wissenschaften, 1872, Nr. 37).
*78. Leber, Th., Studien über den Flüssigkeitswechsel im Auge (Arch. f. Ophthalm., 1873, XIX., 2., p. 85—185).
*79. Lilienfeld, W., Der Übergang einiger Substanzen aus dem Konjunktivalsacke in das Wasser der vorderen Augenkammer. In.-Diss. Rostock 1873 (und Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1873, XI., aufserordentliches Beilageheft).
*80. v. Arlt, F., Abrasio corneae (Gr. und S., Handb. d. ges. Augenh., 1874, 3. Bd., p. 382—383).
81. v. Arlt, F., Tätowirung getrübter Hornhaut (v. Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., 1874, 3. Bd., p. 384—385).
82. Brecht, Peritomie der Kornea (Arch. f. Ophthalm., 1874, XX., 1., p. 113 - 125).
*83. Waldeyer, W., Mikroskopische Anatomie der Kornea (Gr. und S., Handb. d. ges. Augenh., 1. Bd., 1874, p. 169—214).
*84. Zehender, W., Handbuch der gesamten Augenheilkunde, 3. Aufl., Stuttgart 1874—76.
*85. v. Arlt, F., Über die Verletzungen des Auges, mit besonderer Rücksicht auf deren gerichtsärztliche Würdigung. Wien 1875.
86. Kleinschmidt, Über Keratitis bullosa. In.-Diss. Bonn 1876.
*87. Leber, Th., Die Gefäfse der Hornhaut (Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., 1876, Bd. 2, p. 332—335).
*88. Leber, Th., Über die Sekretions- und Absorptionsverhältnisse der intraokularen Flüssigkeiten (Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., 1876, Bd. 2, p. 380—383).
*89. Leber, Th., Ernährungsverhältnisse der Hornhaut (Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., Bd. 2, 1876, p 383—387).
90. v. Reufs, A., Neue Erfahrungen über Tätowirung der Hornhaut (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1876, Bd. XIV., p. 139).
*91. Saemisch, Th., Hornhauttrübungen (Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., 1876, Bd. 4, p. 296—308).

*92. Saemisch, Th., Verbrennungen, ausgedehntere chemische Zerstörungen der Kornea, Konjunktiva und Sklera (Gr. u. S., Handb. d. ges. Augenh., 1876, Bd. 4, p. 342—350).
*93. Seidelmann, O., Zur Ätiologie und Prophylaxis der Erblindungen. In.-Diss. Breslau 1876.
*94. Yvert, A., Du traumatisme des blessures et des corps étrangers du globe de l'oeil (Recueil d'Ophth., 1876, p. 285—327; Fortsetzung in den folgenden Heften).
95. v. Hippel, A., Über operative Behandlung totaler, stationärer Hornhauttrübungen (Arch. f. Ophthalm., 1877, Bd. XXIII., 2, p. 79—160).
*96. Landesberg, M., Zur Ätiologie u. Prophylaxis der Erblindungen (Arch. f. Augenh., 1877, Bd. 6, II., p. 409—439).
*97. Passerat, Cautérisation de la cornée Thèse de Paris 1877.
*98. Raehlmann, E., Zur Histologie der Kornea (Arch f. Ophthalm , 1877, Bd. XXIII, 1., p. 165—192, Taf. IV, Fig. 1—6).
99. Raehlmann, E., Struktur der Kornea (Bericht üb. d. 10. Versamml d. Ophth. Gesellsch., Heidelberg, 1877, p. 109—115).
100. Raehlmann, E., Über gewisse atypische parenchymatöse Erkrankungen der Hornhaut, welche begrenzte Trübungen in Strich- und Streifenform hervorbringen (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1878, Bd. 15, p. 1—21).
101. Leber, Th., Über die intracellularen Lücken des vorderen Hornhautepithels im normalen und pathologischen Zustande (Arch. f. Ophthalm., 1878, Bd. XXIV, 1., p. 284 ff.).
*102. Nettleship, E., On transverse calcareous film of the cornea (British med. Journ., 1878, May-June).
103. Sellerbeck, Über Keratoplastik (Arch. f. Ophthalm., 1878, Bd. XXIV, 4., p. 1—46).
104. Latour St. Ygest, Ulcères à hypopyon dans les brûlures de l'oeil. Thèse de Paris 1879.
*105. Mc Dowell, W. J., Oyster shucker's Corneitis (Virginia med. monthly Journ., 1879, Febr., und Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1879, Bd. 17, p. 199).
*106. Nettleship, E., Eine seltene Form von primärer Trübung der Kornea (Queres Kalkband) (Vortrag, gehalten in d. medico-chir. Society of London am 19. April 1879. Deutsche Übers. v. C. Horstmann in Arch. f. Augenh., 1880, Bd. IX, 2., p. 184—208).
*107. Sellerbeck, Über die bandförmigen Hornhauttrübungen (Charité-Annalen, 1879, p. 468—488; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1879, p. 159).
*108. Terrier, F., Quelques remarques à propos de deux observations de brûlure de la cornée (Revue mens. de médec. et de chir., 1879, Nr. 5)
109. Valude, De la Kératite à hypopyon chez les enfants et de son traitement Thèse de Paris 1879.
*110. v. Wecker, L., Thérapeutique oculaire. Paris 1879.
*111. Yvert, A., Traité pratique et clinique des blessures du globe de l'oeil. Paris 1879.
*112. Brionne, Contributions à l'étude des brûlures de l'oeil. Thèse de Paris 1880, T. V.. Nr. 466.
*113. Cahn, Zur physiologischen und pathologischen Chemie des Auges (Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1880, Bd. 5, p. 213).
*114. Dobrowolsky, W., Ätzung der Konjunktiva mit Kali causticum (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1880, April).

115. Nettleship, E., Pathology of congenital opacity of cornea (The Lancet, 1880, Nr. 7).
*116 Schweigger, C., Handbuch der Augenheilkunde. Berlin 1880.
*117. v. Arlt, F., Klinische Darstellung der Krankheiten des Auges, zunächst der Binde-, Horn- und Lederhaut, dann der Iris und des Ciliarkörpers. Wien 1881.
*118. Lewkowitsch, H., Ein seltener Fall von bandförmiger Keratitis (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1881, Bd. XIX, p. 250—251).
*119. Mandelstamm, Verbrennung beider Augen mit Blei (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1881, Bd. XIX, Juli).
120. Pagenstecher, H., Über die Anwendung der Massage bei Augenerkrankungen (Arch. f. Augenh., 1881, Bd. X, p 225—239).
*121. Talko, Über Augenbeschädigungen bei Militärpflichtigen (Gazeta lekars., 1881).
*122. Deutschmann, R., Einige Erfahrungen über die Verwendung des Jodoforms in der Augenheilkunde (Arch. f. Ophthalm., 1882, Band 28, I., p. 214—224).
*123. Dujardin, Des exsudats albuminoïdes à la suite des brûlures superficielles de la cornée (Recueil d'Ophth., 1882, p. 204).
124. Gayet, A., Quelques conseils raisonnés à propos des traumatismes oculaires et des premiers soins à leur donner (Revue génér. d'Ophth., 1882, t. I., p. 3—16).
*125. Hotz, F. C., Schlimme Folgen einer Kalomeleinstäubung in's Auge (Arch. f. Augenh., 1882, Bd. XI., 4., p. 400—402).
*126. Weinberg, Des brûlures du globe oculaire par les agents chimiques (Recueil d'Ophth., 1882, p. 366).
127. Bendall, H., Die Präparation der Augengewebe für mikroskopische Untersuchungen (The ophthalmic Review, March 1883).
*128. Heisrath, Über die Behandlung von Hornhauttrübungen (Verein f. wissensch. Heilkunde zu Königsberg, Sitzg. v. 19. März 1883).
*129. Homburg, F., Beiträge zur Kasuistik und Statistik der Augenverletzungen. In.-Diss. Berlin 1883.
*130. Magnus, H., Über bandförmige Hornhauttrübung (Keratitis trophica) (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1883, XXI., p. 45—52).
*131. Magnus, H., Die Blindheit, ihre Entstehung und ihre Verhütung. Breslau 1883.
*132. Mayerhausen, G., Ausgedehnte Apoplexie der Hornhaut (nach Kalkverletzung) (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1883, VII., p. 267—269).
*133. Trélat, M., Blessure de la cornée (Gazette des Hôpit., 1883, Nr. 107, p. 852).
*134. Wagner, M., Untersuchungen über die Resorption der Calciumsalze und über die Abstammung der freien Salzsäure im Magensaft, nebst einigen Erörterungen über die Pathogenese der Rhachitis. Zürich 1883.
135. Alt, A., On the microscopical changes found in a tatoved cornea (Americ. Journ. of Ophth., 1884 I., p. 8).
*136. Gühmann, P., Die Kalkverletzung des Auges. In.-Diss. Breslau 1884.
*137. Ferrier, J., Projection de plomb fondu à la surface de l'oeil sans brûlure de l'organe (Journ. d'Oculist. de Bordeaux, 1884, p. 185; Recueil d'Ophth., 1884, p. 376).
*138. Da Fonseca, L., Brûlure des yeux par la formation de l'iodure de mercure etc. (Revue génér. d'Ophth., 1884, t. III., p. 43).
*139. Heisrath, Die Behandlung von Hornhauttrübungen (Ver. f. w. Heilkunde zu Königsberg, Sitzung vom 5. März 1883; Berlin. klin. Wochenschr., 1884, Nr. 2, p. 29).
*140. Kroll, W., Zur Behandlung der Conjunctivitis crouposa et diphtherica (Berl. klin. Wochenschr., 1884, Nr. 23, p. 355—356).

*141. Landesberg, M., Anmerkung zu Heisrath's Behandlung d. Hornhauttrübungen (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1884, p. 146).
*142. Reich, Une brûlure étrange de la cornée (Révue génér. d'Ophth., 1884, t. III., p. 22—23).
*143. Rosenthal, J., Über Behandlung von Hornhauttrübungen. In.-Diss. Greifswald 1884.
*144. Soloweitschik, Ein Fall von bedeutender Besserung stabiler Hornhauttrübung unter dem Einflusse von Infus. sem. jequirity (Protok. d. kaukas. medic. Gesellschaft, 1884, Nr. 12).
*145. Szili, A., Über Augenverletzungen (Arch. f. Augenh., 1884, Bd. XIII, p. 33—53).
*146. Talko, Action caustique du calomel sur la conjonctive (Revue génér. d'ophth., 1884, t. III., p. 14).
*147. Vossius, A., Die Verletzungen des Sehorgans (Deutsche Medizinalzeitung, 1884, Nr. 32, 35 u. 36).
*148. Adler, H., Über die elektrolytische Behandlung ständiger Hornhauttrübungen (Wien. mediz. Wochenschr., 1885, Nr. 18, p. 559—563; Mediz.-chirurg. Centralbl., 1886, Bd. XXI, p. 122).
149. Bradford, H. W., A case of enucleation with replacement of the human globe by that of a rabbit (Boston Medic. and Surgic. Journal, 1885, 17. Sept.).
*150. Dantziger, C., Beiträge zur Anwendung der Massage in der Augenheilkunde (Arch. f. Ophthalm., 1885, Bd. XXXI., 3., p. 187—210).
*151. Dehenne, Considérations sur les traumatismes oculaires (Recueil d'Ophth., 1885, p. 1).
*152. Dimmer, F., Ein Fall von Blasenbildung auf der Kornea (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1885, Bd. XXIII, p. 312—314).
*153. Fuchs, E., Die Ursachen und die Verhütung der Blindheit. Gekrönte Preisschrift. Wiesbaden 1885.
154. Herschel, Schwefelsäure-Verbrennung beider Augen (Sitz. d. ärztl. Vereins zu Hamburg am 27. Jan. 1885; Deutsche mediz. Wochenschr., 1885, Nr. 15, p. 244).
*155. Inouye, T., Behandlung arsenikhaltiger Fremdkörper in der Kornea mit Kalilösung (Sei-i-Kwai med. Journ., 1885, V., p. 217; Arch. f. Augenh., 1885, Bd. XVI., p. 58—60).
*156. Mayerhausen, G., Eine unfreiwillige Tätowirung der Hornhaut (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1885, p. 230—233).
*157. Nieden, A., Die zweite Hundertreihe galvanokaustisch behandelter Augenaffektionen (Arch. f. Augenh., 1885, Bd. XV., p. 405—418).
158. Ayres, S. C., Kalkinkrustation auf der Hornhaut (Americ. Journ. of Ophth., 1886, Nr. 1).
*159. Dantziger, C., Zur Behandlung der Hornhauttrübungen mit Massage des Auges (Deutsche Medizinalzeitung, 1886, VII. Jahrg., Nr. 7, p. 89).
160. Fröhlich, C., Über Galvanokaustik (Arch. f. Augenh., 1886, Bd. XVI, p. 17—36).
161. v. Hippel, A., Über Transplantation der Hornhaut (18. Vers. der ophth. Gesellsch., Heidelberg, 2. Sitz. am 10. Aug. 1886).
*162. Hubert, Des taches de la cornée et de leur traitement (Congrès de la Soc. franç. d'Ophth., 2. séance du 28. avril 1886; Progrès medical, 15. mai 1886; Ann d'Ocul., 1886, T. XCV., p. 214).
163. Königstein, C., Über Chibret-Bradford's Methode der Einheilung von Tieraugen in der menschlichen Orbita (16. Sitzungsber. d. k. k. Gesellsch. d. Ärzte in Wien, 1886).

164. Lang, Depositi in the cornea (Transact. of the Opth. Soc. of the United Kingdom, March 11. 1886).
*165. Magnus, H., Die Jugendblindheit Wiesbaden 1886.
166. Martin, E., Cornée artificielle (Recueil d'Ophth., 1886, Nr. 2, p. 95).
167. Martin, E., La vue aux aveugles par la cornée artificielle. Mémoire présenté à l'académie de médecine dans la séance du 20. juillet 1886.
168. May, C. H., Enucleation with transplantation and reimplantation of eyes (The Medic. Record, New York 1886, May 29th).
*169. Michel, J., und Wagner, H., Physiologisch-chemische Untersuchungen des Auges (Arch. f. Ophthalm., 1886, Bd XXXII, 2., p. 153—204).
170. Nettleship, E., Case of primary calcareous film on cornea remaining unaltered for nine years (Transact. of the Ophth Soc. of the Unit. Kingd., 1886, VI., p. 153).
*171. Pflüger, Pathol. und physiol. Wirkungen des Kokaïns (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1886, p. 169).
172. Seggel, Partielle Peritomie d. Hornhaut (Münch. mediz. Wochenschr., 1886, Nr. 16, p. 274—275).
173. Terrier, F., De la greffe oculaire (Rev. génér. d'Ophth., 1886, T. V., Nr. 1).
174. Terrier, F., Untersuchungen und Bemerkungen über die Transplantation tierischer Augen (Arch. d'Ophth., 1886, jan.-févr.).
175. Del Torre, A., Gradenigo's Methode zur Wiederherstellung der Sehfunktion bei Blindheit infolge von Korneaerkrankungen. Vorläufige Mitteilung (Wien. mediz. Blätter, 1886, Nr. 17).
*176. Vacher, L., Du traitement de la sclérose cornéenne et de l'épiscleritis par la peritomie ignée (Ann. d'Ocul., 1886, T. XCV., p. 214)
177. Wood-White, E. W., On the ill effect of cocaine in cases of cataract extraction (Ophth. Review, 1886, V., p. 6).
*178. Würdinger, L., Experimentelle und anatomische Untersuchungen über die Wirkungen des Kokains auf die Hornhaut (Münch. mediz. Wochenschr., 1886).
179. Adamück, Zur Frage der Transplantation der Kornea (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1887, Febr.).
180. Berlin, E., Anatomischer Befund bei sklerosierendem Hornhautinfiltrat (Arch. f. Ophthalm., 1887, Bd. XXIII, 3., p. 209—228).
181. Boudry, J., Etude d'hygiène et de médecine légale sur le tatouage professionnel et les accidents oculaires d'origine professionnelle chez les ouvriers meuliers. Thèse de Bordeaux, 1887, Nr. 20.
182. Cullerre, J., De la peritomie ignée. Thèse de Paris, 1887, Nr. 195.
183. Gunn, M., Calcareous film of cornea (Transact. of the Ophth. Soc. of the Unit. Kingd., 1887, Jan. 27th; Ophth. Review, 1887, p. 56).
184. v. Hippel, A., Weitere Mitteilungen über Transplantation der Hornhaut (7. Vers. d. ophth. Gesellsch., Heidelberg, 1887, 14. Sept.).
185. Hirschberg, J., Eine kosmetische Operation (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1887, Bd. XI., p. 69—72)
186. Hoffmann, F. W., Studien über Hornhautentzündung (Fortschritte d. Medizin, 1887, p. 586).
187. May, C. H., Transplantation of a rabbits eye into the human orbit (Arch. of Ophth., 1887, XVI., 1.).
188. Neese, E. Über das Verhalten des Epithels bei der Heilung von Linsen- und Lanzenmesserwunden in der Hornhaut (Arch. f. Ophthalm., 1887, Bd. XXXIII, 3., p. 1).

*189. Vacher, L., Du tatouage coloré de la cornée (Gaz. hebdom. de méd. et de chir., 1887, Nr. 1, p. 5—6).
190. Abadie, Behandlung der den Augenverletzungen folgenden Eiterungen (Verhandlungen d. 3. franz. Kongresses zu Paris, März 1888).
*191. Baudry, S. Contributions à l'étude des corps étrangers et des brûlures de la cornée et de la conjonctive (Bull. médic. du Nord de la France, Lille, juin-juillet 1888).
192. Hall, C. H. H., On the removal of opacities of the cornea by means of galvanisme (New-York med. Record, 1888, XXXIII., p. 704).
193. v Hippel, A., Eine neue Methode der Hornhauttransplantation (Arch. f. Ophthalm., 1888, Bd. XXXIV., p. 108—130).
194. Mergl, E., Über Creolin, Jodoformsalbe und Antipyrin in der Augenheilkunde (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1888, p. 237—242).
195. de Schweinitz, G. E., Massage of Cornea (Univ. Med. Magaz., Phila., 1888—90, p. 669).
196. Strawbridge, G., Preliminary report of an operation for the formation of an artificial pupil through the sclerotic coat of the eye-ball (The Medic. News, 1888, 15. December).
197. Wagenmann, A., Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Keratoplastik (Arch. f. Ophthalm., 1888, Bd. XXXIV, 1., p. 211—269).
*198. Weidmann, H., Über die Verletzungen des Auges durch Fremdkörper. In.-Diss. Zürich 1888.
199. Baker, A. K., Some remarks of transplantation of the cornea and allied symptoms (Americ. Journ. of Ophthalm., 1889, January).
200. Bluth, Statistik der im Jahre 1888 in der Universitätsklinik zu Berlin behandelten Augenverletzungen. In.-Diss. Berlin 1889.
201. Chisolm, J. S., The transplanting of a rabbits cornea into the human eye (New-York med. Record, 1889, Jan. 5.).
202. Dimmer, F., Zur operativen Behandlung totaler Hornhautnarben mit vorderen Synechien (9. Vers. d. ophthalm. Gesellsch., Heidelberg, 1889, Sitz. v. 15 Sept.).
*203. Földessy, L., Ein Fall von Sublimatverätzung der Konjunktiva und konsekut. Intoxikation (Wien. med. Wochenschr., 1889, No. 27, p. 1044—45).
204. Gradenigo, P., Über Transplantation der Kornea des Huhnes auf das menschliche Auge (Atti del R. Istituto Venet. di scienze, 1889, T. VII; Allg. Wiener Mediz. Zeitung, 1889, No. 12; Boll. d'Ocul., 1891, Bd. XI, No. 17 u. 18).
205. Saemisch, Th., Über Verletzungen des Auges (Klin. Jahrbücher, 1889).
*206. Steinmann, G., Über Schalen- und Kalksteinbildung (Ber. über einen Vortrag, geh. in der Sitzung der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. am 15. Mai 1887. Ber. der naturf. Gesellschaft zu Freiburg i. B., 1889, Bd. 4, Heft 5, p. 288—293).
207. Stellwag von Carion, Rückblicke auf die augenärztlichen Pfropfungsversuche und ein neuer Fall von Schleimhautübertragung (Allgem. Wien. Mediz Zeitg., 1889, No. 27—29; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1889, p. 285 ff).
*208. Thomalla, Über die Färbung der erkrankten Hornhaut mit Fluoresceïn und die Verwertung dieser Färbung bei Stellung von Diagnosen und Differentialdiagnosen (Centralbl. f. prakt. Augenheilkunde, 1889, Nov., p. 332).
209. Trousseau, Treatment of burns of the eye (Times and Reg., 1889, No. 580, p. 597).
210. Wicherkiewicz, B., Sur la valeur des mydriatiques et des myotiques pour l'amélioration de la vue dans les opacités fixes du système dioptrique de l'oeil

(Arch. d'Ophthalm., 1889, nov.-déc.; Internationale klin. Rundschau, 1889, No. 13).

*211. Zehender, W., Über den zahlenmäfsigen Ausdruck der Erwerbsunfähigkeit gegenüber den Unfallversicherungsgesellschaften (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1889, p. 265).

*212. Zehender, W., Zur Unfallversicherungsfrage (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1889, p 531; 1890, p. 79, 294, 513).

*213. Alleman, Galvanism in the treatment of corneal opacities (Brooklyn Medic. Journ., 1890, IV., p. 727).

*214. Bericht der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft Sekt. IV (Rheinprovinz) (Centralbl. f. prakt Augenh., 1890, Juni, p. 182—183)

*215. Boullet, J. A., Etude comparative du traitement des abscès de la cornée par la chaleur et le froid Thèse de Lyon, 1890, Sér. I, No. 536.

*216. Feilchenfeld, Zur Therapie der Infiltratio corneae superficialis (Klin. Monatsbl f. Augenh., 1890, Bd. XXVIII, p. 502).

*217. Fromm und Groenouw, Über die diagnostische Verwendbarkeit der Fluoresceïnfärbung bei Augenerkrankungen (Arch. f. Augenh., 1890, Bd. XXII, p. 247).

218. de Gramont, G., Über Blepharoplastik bei Narbenektropium (Lo Sperimentale, 1890, No. 9).

219. Grandelément, Du tatouage dans l'opacité de la cornée (Société des sciences médic. de Lyon. Lyon médical, 1890).

220. Guillaume et Forgeot, Prothèse cornéenne (Lyon médical, 1890, octobre, p. 261).

221. Lobel, Corps étrangers et brûlures de l'oeil (Recueil d'Ophth., 1890, p. 409).

222. Marc, Traitement des brûlures de l'oeil (Journ. de la santé, 1890; Recueil d'Ophth., 1890, p. 120).

*223. Michel, J., Lehrbuch der Augenheilkunde. 2. Aufl., Wiesbaden 1890.

224. Mooren, A., Sehstörungen und Entschädigung (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1890, p 336).

225. Mooren, A., Die Ergebnisse der Zehender'schen Formel in der Begründung der Entschädigungsansprüche (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1890, p. 503).

*226. Schutzbrillen auf der deutschen allgemeinen Ausstellung für Unfallverhütung (Centralbl. f. pr. Augenh., 1890, Juni, p. 182—183).

227. Silex, P., Transplantation von Kaninchenhornhaut auf den Menschen (Internation. mediz. Kongrefs, Berlin 1890).

228. Tartuferi, F., Nuova impregnazione metallica della cornea (Annali d'Ottalm., 1891, XIX., p. 5—6; Anat. Anzeiger, 1890, V., No. 18, p. 524).

229. Wolfe, J. R., De la transplantation de la conjonctive du lapin sur l'oeil humain (Ann. d'Oculi., 1890, jan.-févr.; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1890, p. 376—377).

*230. Baldinger, W. H., A case of chemical or caustic traumatisme of eye-ball and eye-lids and the efficacy of massage in clearing the cornea of traumatic opacities (Ophth. Record, 1891/92, I., p. 328).

*231. de Bovis, R., Contributions à l'étude clinique des brûlures de l'oeil. Thèse de Lyon, 1891, Sér. I., No. 639.

*232. Dogiel, A. S., Die Nervenendkörperchen in der Cornea und Conjunctiva bulbi des Menschen (Arch. f. mikroskop. Anatomie, 1891, XXXVII., p. 602).

233. Eberth, Über Regenerationsvorgänge in der Hornhaut. Vortr. geh. a. d. 64. Vers. d. Nat. u. Ärzte, Halle, 1891 (Autoreferat in: München. med. Wochenschr., 1891, No. 41, p. 727).

234. Ferdinands, Treatment of some forms of corneal opacities by rubbing (Times and Reg., 1891, XXII., No. 22, p. 456).
*235. Fromm, Fluoresceïnwirkung bei Hornhautverletzungen (Deutsche Medizinalzeitung, 1891, p. 995).
*236. Fromm, Symblepharon infolge von Kalkverbrennung (Deutsche Medizinalzeitung, 1891, p. 112).
*237. v. Hippel, A., Ein Fall von erfolgreicher Transplantation der Hornhaut (Berlin. klin. Wochenschr., 1891, No. 19).
238. Hirschberg, J., Hornhautfärbung gegen Pupillenbildung (Deutsche mediz. Wochenschr., 1891, No. 30).
*239. Mooren, A., Die Sehstörungen und Entschädigungsansprüche der Arbeiter. Düsseldorf 1891.
*240. Nieden, A., Über den Wert der Fluoresceïnfärbung für die galvanokaustische Behandlung (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1891, Mai, p. 129—134).
*241. Schroeter, Unfallschädigungen des Sehvermögens und ihre Abschätzung. Antritts-Vorlesung. Leipzig 1891.
*242. Settegast, F., Über Augenverletzungen bezw. Augenverbrennugen (D. ärztliche Praktiker, 1891, No. 33, p. 537—542).
*243. Thirion, L., Contribution à l'étude clinique des brûlures de l'oeil. Thèse de Montpellier 1891.
*244. Cohn, H., Lehrbuch der Hygiene des Auges. Wien 1892.
*245. Dogiel, A. S., Die Nerven der Hornhaut des Menschen (Westnik Oftalmol., 1892, Jan.-April).
246. Hilbert, R., Zur Kenntnis der angeborenen Hornhauttrübung (Virch. Arch. f. pathol. Anat., 1892, Bd. 131).
*247. Knies, M., Grundrifs d. Augenheilkunde. 3. Aufl., Wiesbaden 1892.
*248. Mitvalsky, J., Die Anwendung der grauen Salbe als lokales Heilungsmittel bei parenchymatöser Keratitis und bei Hornhauttrübungen (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1892, XVI., 2., p. 37—41).
249. Reynolds, D. S., Burns of the eyes (Journ. of the Americ. medic. Assoc. Chicago, 1892, May 28., p. 672).
250. Risley, S. D., Burn and abscess of the cornea (Policlinic. Phila., 1892, I., p. 93).
251. Samelsohn, Ein neues Verfahren zur operativen Behandlung des Symblepharon (12. Vers. d. ophthalm. Gesellsch., Heidelberg, 1892, 3. Sitzg. v. 10. Aug.).
*252. Simi, Kornealflecke (Boll. d'Ocul., 1892, Nr. 4).
253. Simon, R., Ein Fall von kornealen Neubildungen (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1892, XVI., 7., p. 193—203).
254. Stroschein, E., Über die Behandlung der Kalkverbrennungen des Auges (Zeitschr. f. ärztl. Landpraxis, 1892, I., Nr. 5, p. 148—154).
255. Birnbacher, A., Zwei auf chemischem Wege geheilte Fälle atypischer Kalkpräcipitationen in der Hornhaut (Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1893, XXXI., p. 183—190).
256. Blessig und Gagarin, Über Verletzungen des Auges (Mitteil. a. d. St. Petersburger Augenheilanstalt, 1893, Heft 4).
257. Choksy, N. H., Burns of both eyes through liquor ammoniac fortior (Indian medic.-chirurg. Record of Bombay, 1893, I., p. 160).
258. Franke, E., Folgezustände von Verbrennung resp. Anätzung des Auges (Deutsche mediz. Wochenschr., 1893, Nr. 49, p. 1315—1316).
259. Froehlich, C., Über partielle Keratoplastik (Arch. f. Augenh., 1893, Bd. XXVII., p. 99—109).

*260. Hilbert, R., Ein bemerkenswerter Fall von Augenverletzung durch geschmolzenes Eisen (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1893, p. 136—139).
*261. Lindner, S., Einiges über Hornhauttrübungen (Mediz. Post, 1893, Nr. 12).
*262. Noiczewsky, Hydro-Elektrotherapie d. Hornhauttrübungen (5. Kongress russ. Ärzte, Sekt. f. Augenheilk., Sitz v. 29. Dez. 1893).
263. de Schweinitz, G. E, Grosses Pterygium u. geringes Symblepharon nach Kalkverbrennung (Annal. of Ophth. and Otol., 1893, April).
*264 Valude, Un nouvel antiseptique, l'aldéhyde formique (Bull. et Mém. de la Soc. Franç d'Ophth, 1893, Bd. XI., p. 516).
265. Cole, W. J., Corneal Transplantation (Americ. Journ. of Ophthalm., 1894, March; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1894, p. 211).
*266. Fuchs, E., Über Keratoplastik (Wien. klin. Wochenschr., 1894, Nr. 45; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1895, p. 490).
*267. Gepner, B. R., jr., Formaldehyd als Augenwasser (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1894, XVIII., p. 161—163).
*268. Guaita, L., Das Formol in der Augenheilkunde (Lo Sperimentale, 1894).
*269. Krückmann, E, Ein weiterer Beitrag zur Konservierung der Augen mit Erhaltung der Durchsichtigkeit der brechenden Medien (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1894, XXXII., p. 286—288).
*270. Leber, Th., A new method of hardening eye-preparations in Formol (Transact. of the 8. Internat Ophth. Congress, Edinburgh, 1894, p. 132).
*271. Magnus, H., Leitfaden für Begutachtung und Berechnung von Unfallbeschädigungen der Augen Breslau 1894.
*272. Moerner, C. Th, Untersuchung der Proteïnsubstanzen in den lichtbrechenden Medien des Auges, 3. Mitteilung (Zeitschr. f. physik. Chemie, 1894, XVIII., p. 213, 233; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1894, XVIII., p. 127).
*273. Morton, Value of direct massage of the cornea as an agent in the treatment of corneal opacities (Medic. News, 1894, Sept. 1th.).
*274. Ottinger, W., Zur Statistik der Augenverletzungen (Klin Monatsbl. f. Augenh., 1894, p. 75—80).
275. Pansier, Brûlure de la cornée par la chaux éteinte (Nouv. Montpellier médic, 1894, III., p. 195).
*276. Rosenmeyer, L., Über Augenverletzungen (Zeitschr. f. ärztl. Landpraxis, 1894, Nr. 4, p. 97—101).
*277. Schmidt-Rimpler, H., Augenheilkunde und Ophthalmoskopie, 6. Aufl., Berlin 1894.
*278. Statistik über die einäugigen Arbeiter im Bezirk der Sekt. IV (Halle) der Knappschaftsberufsgenossenschaft (Monatsschr. f. Unfallheilk., 1894, Nr. 6 u. 7).
279. Tepljaschin, A., Zur pathologischen Anatomie der angeborenen Trübungen der Hornhaut (Westnik Oftalm., 1894, Nov.-Dezemb.).
*280. Trousseau, Brûlures de l'oeil par les vapeurs d'ammoniaque (France médic., 1894, Nr. 47, p. 744; Ann. d'Ocul., 1895, CXIII., p. 55—57).
281. Yamagiva, K., Zellenstudien an der gereizten Hornhaut (Virch.'s Archiv f. pathol. Anat., 1894, Bd. 137, p. 77—99).
*282. Abadie, Un cas bien grave de brûlure des yeux par la vapeur d'ammoniaque (Ann. d'Oculist., 1895, p. 55).
*283. Bellarminoff, L., u. Dolganoff, W., Über die Diffusion in's Innere des Auges bei verschiedenen pathologischen Zuständen desselben (Arch. f. Ophthalm., 1895, XL., 4., p. 65—102).
284. Chambers, T. R., Skin grafting on the ball of the eye for symblepharon (Medic. Record, 1895, 20. April).

285. Fick, E., Über das Problem der Hornhautüberpflanzung (Korrespondenzblatt d. Schweizer Ärzte, 1895, Nr. 15; Centralbl. f. prakt. Augenh., 1895, p. 545—550).
286. Fox, J. W., Burns of the Cornea (Med. Bull., 1895, XVII., Nr. 7, p. 241).
287. Gutmann, G., Über einige wichtige Verletzungen des Sehorgans und ihre rationelle Therapie (Berlin. klin. Wochenschr., 1895, Nr. 51, 52).
288. Heddaeus, Noch ein Vorschlag zur Schätzung der Erwerbsunfähigkeit bei Augenverletzungen (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1895, p. 282—289).
289. Hillemanns, Über Verletzungen der Augen. I. (Arch. f. Augenh., 1895, XXX, p. 29—51).
290. Hirschberg, J., Über Sehstörung durch Lichtzerstreuung (Centralbl. f. prakt. Augenh, 1895, XIX., p. 294—296).
291. v. Klein, U., Zur Statistik und Kasuistik der Augenverletzungen mit besonderer Berücksichtigung der Berufsarten. In.-Diss. Berlin 1895.
292. Knabe, P., Beiträge zur Statistik und Kasuistik der Augenverletzungen. In.-Diss Halle 1895.
293. Koller, K., Some remarks on erosions and ulcers of the cornea and their treatment (Americ. Journ. of Ophth., 1895, May).
294 Landau, O., Hornhautfärbung zur Verbesserung der Sehschärfe (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1895, XIX., p. 10—11).
295. Magnus, H., Die Einäugigkeit in ihren Beziehungen zur Erwerbsfähigkeit. Breslau 1895.
296 Nieden, A., Ist das rechte oder das linke Auge bei den Berg- und Hüttenarbeitern das gefährdetere? (Centralbl. f. prakt. Augenh., 1895, XIX, p. 161—168).
297. Randolph, R. L, A clinical and experimental study of so-called oyster shucker's Keratitis (Bulletin of the John Hopkin's Hospital, Baltimore, 1895, Nov.-Dec.).
298. Salzer, F., Über künstl. Hornhautersatz (24. Vers. d Ophth. Gesellsch., Heidelberg, 1895, Sitz v. 5 Aug.)
299. Schmidt, E., Über die Verletzungen d Auges mit besonderer Berücksichtigung der Kuhhornverletzungen. In.-Diss. Giessen 1895.
300. Silex, P., Kompendium d. Augenheilkunde, 3. Aufl, Berlin 1895
301. de Vincentiis, Hétéroplastie de la cornée (11. Internat. med Kongress, Rom 1895, 25. März—5. April).
302. Baudry, S., Etude médico-légale sur les traumatismes de l'oeil. Lille 1896.
303. Groenouw, A., Anleitung zur Berechnung der Erwerbsfähigkeit bei Sehstörungen. Wiesbaden 1896.
304 v. Grolmann, W., Augenverletzung mit nachfolgender doppelseitiger Accommodationslähmung (Zeitschr. f. prakt. Ärzte 1896, Nr. 1, p. 28—31).
305. Hillemanns, Über Verletzungen der Augen. II. (Arch. f Augenh., 1896, XXXII, p. 198—219)
306. Hoppe, Die Verletzungsgefahr der Augen im Baugewerbe (Klin. Monatsbl. f. Augenh., 1896, p. 71—80).
307. Jores, L., Die Konservierung anatomischer Präparate in Blutfarbe mittels Formalin (Centralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat., 1896, Nr. 4 p. 134—137)
308. v. Reuss, A., Elektricität bei der Behandlung entzündlicher Augenkrankheiten (Deutschmann, Beiträge, 1896, Heft 23, p. 101—123).
309. Fuchs, E., Lehrbuch der Augenheilkunde. 6. Aufl., Wien 1897.
310. Landolt u. Gygax, Therapeutisches Taschenbuch f. Augenärzte. Wiesbaden 1897

*311 Andreae, J., Beiträge zur Kenntnis der Kalkverletzungen des Auges. Inaug.-Diss. Bonn 1898.
*312. Salzer, F., Über den künstlichen Hornhautersatz. Wiesbaden 1898.
*313. Unfallversicherungs-Vorschriften für Arbeiter. Herausgegeben von der Rheinisch-Westfälischen Baugewerks-Berufsgenossenschaft Elberfeld. Beschlossen von der Genossenschaftsversammlung zu Köln am Rhein am 11. August 1898. Genehmigt vom Reichsversicherungsamt in Berlin am 19. November 1898.
*314 Maschke, M., Die augenärztliche Unfallpraxis. Wiesbaden 1899.
*315. Praun, E., Die Verletzungen des Auges. Wiesbaden 1899.